Aus dem Zoologischen Institut der Universität Freiburg i. Br.

Die Dufteinrichtungen der Neotropiden.

Inauguraldissertation

zur Erlangung der Doktorwürde

der

hohen philosophischen Fakultät

der Albert-Ludwigs-Universität zu Freiburg i. Br.

vorgelegt von

Otto Hirt
aus Konstanz.

Freiburg i. Br. 1910.

Aus dem Zoologischen Institut der Universität Freiburg i. Br.

Die Dufteinrichtungen der Neotropiden.

Inauguraldissertation

zur Erlangung der Doktorwürde

der

hohen philosophischen Fakultät

der Albert-Ludwigs-Universität zu Freiburg i. Br.

ACAD. LUGDBAT. BIBL.

vorgelegt von

Otto Hirt
aus Konstanz.

Freiburg i. Br. 1910.

Von der Fakultät als Dissertation angenommen

am 26. November 1909.

Dekan: Herr Prof. Dr. L. Neumann.
Referent: Herr Geheimrat Weismann.

Abdruck
aus den
Zoologischen Jahrbüchern. Bd. 30. Abt. f. Anatomie. 1910.
Herausgegeben von Prof. Dr. J. W. Spengel in Gießen.
Verlag von Gustav Fischer, Jena.

Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.

Inhaltsübersicht.

I. Einleitung.
II. Lage des Duftorgans.
III. Einflüsse des Duftorgans auf die Gestaltung des Flügels.
  a) Aderverlauf.
  b) Ausbuchtungen in der Flügelfläche.
IV. Beschuppung des Hinterflügelhaftfeldes beim Weibchen.
V. Beschuppung des Hinterflügelhaftfeldes beim Männchen.
  a) Duftfelder oder -flecke.
    1. Allgemeines.
    2. Duftschuppen.
  b) Borstenbüschel.
  c) Die übrigen Schuppen des Haftfeldes.
VI. Das Haftfeld des Vorderflügels.
  a) beim Weibchen.
  b) beim Männchen.
VII. Funktion des Duftorgans.
VIII. Funktion des Haftfeldes.
IX. Zur Phylogenie des Duftorgans.
  a) Beschuppung.
    1. Duftfeld.
    2. Borstenbüschel.
    3. Haftfeldschuppen.
  b) Geäder.
  c) Veränderungen der Flügelfläche

I. Einleitung.

Nachdem die Duftschuppen von Bailif (1835) aufgefunden worden waren und man erkannt hatte, daß sie nur dem Männchen zukommen, dauerte es lange Zeit, bis über ihre Funktion und Bedeutung Klarheit herrschte. Man fand mit der Zeit verschiedene Formen, und je nach der Gestalt wurden die verschiedensten Vermutungen über ihre Bedeutung ausgesprochen. Man hielt sie zunächst für Mißbildungen, dann wieder für Organe, welche Luft in die Tracheen nach Art eines Blasebalges einführen sollten usw. Aufschluß über Bedeutung und Zweck brachte zuerst Fritz Müller (1877). Er bemerkte zufällig an einem „jugendfrischen" Männchen von *Callidryas argante*, das er gerade gefangen hatte, einen moschusähnlichen Geruch, und es gelang ihm festzustellen, daß der Duft von einem nahe dem Vorderrande und auf der Oberseite des Hinterflügels befindlichen langen Borstenbüschel ausging. Die daraufhin angestellten Untersuchungen weiterer Arten und Gattungen ergaben, daß der Duft Haarbüscheln oder Flecken, die aus Duftschuppen bestehen, entströmt. Diese Angabe bestätigte Weismann (1878) bald nach ihrem Bekanntwerden durch den Hinweis auf ein einfaches Experiment. Wischt man bei dem Männchen von *Pieris napi*, wo die Duftschuppen (Federbuschschuppen) zwischen den gewöhnlichen Schuppen über die ganze Flügeloberseite zerstreut stehen, den weißen Flügelstaub des lebenden Tieres ab, so nimmt man an demselben einen „recht starken, würzigen Duft" wahr, welcher mit Citronen- oder Melissenäther vergleichbar ist, woraus folgt, daß die Schuppen die Träger des Duftes sind. Weismann zeigte ferner, daß entgegen der bisherigen Annahme die Hypodermisbildungszellen in den zwischen den „Rippen" gelegenen Flügelflächen nicht durchweg zugrunde gehen, sondern zum großen Teil erhalten bleiben, womit die Möglichkeit einer Secretion gegeben war. Diesen Entdeckungen folgten weitere Forschungen. Fritz Müller (1877, 1881) selbst untersuchte die brasilianischen Formen; Aurivillius (1880) beschrieb die Dufteinrichtungen nordischer Falter, äußerte aber noch Bedenken über die angegebene Funktion; Haase (1886, 1887, 1888) gab Aufschluß über die verschiedenen Duftorgane indischer Schmetterlinge. Spätere Arbeiten, die sich mit der Anatomie dieser Organe befaßten, bestätigten die Auffassung Fritz Müller's und Weismann's. Durch Illig (1902) wurde der drüsige Charakter der unter den Duftschuppen befindlichen Zellen nachgewiesen und

durch Freiling (1909) bestätigt, so daß die Auffassung, daß es sich um ein Duftorgan handelt, völlig gesichert erscheint.

Nachdem man einigermaßen Klarheit über die Bedeutung dieser Einrichtungen erlangt hatte, war es bei der Mannigfaltigkeit, in der sie auftreten, von Interesse, Aufschluß zu erhalten darüber, wie sich hierin die Glieder einer Familie verhalten. Köhler (1899) untersuchte im Freiburger zoologischen Institut von diesem Gesichtspunkte aus die Lycaeniden und gab Aufschluß über die Phylogenie jener Duftschuppen. Er folgerte aus Anordnung und Übergängen der Schuppenformen in andere, daß die Duftschuppen aus besondern, haarförmigen hervorgingen und noch hervorgehen, die in Reihen etwas basalwärts von denen der Grund- und Deckschuppen stehen, und führte jene haarförmigen Schuppen auf die der Trichopteren zurück.

Während sich diese Arbeit mit auf dem Flügel zerstreut stehenden Duftschuppen befaßt, soll im Folgenden das höher organisierte Duftorgan der Neotropiden von demselben Gesichtspunkte aus einer Betrachtung unterzogen und zunächst versucht werden, festzustellen, ob und in welcher Weise der Sexualdimorphismus des Flügelgeäders mit dem Duftorgan im Zusammenhang steht, ferner auf welche Art die Beschuppung in Anpassung an die Duftfunktion modifiziert worden ist, um hieraus nach Möglichkeit auf den Entwicklungsgang des Duftorgans Schlüsse zu ziehen.

Die Neotropiden sind früher zu den durch ihre Mimikry bekannten Heliconiden gestellt worden, denen sie äußerlich sehr ähnlich sehen; aber in Organisation, Geäder und Raupenbildung sind sie so sehr verschieden, daß man sie von jenen trennt und entweder als eigne Familie oder als Unterfamilie der Danaiden auffaßt, mit denen sie im Geäder des Vorderflügels übereinstimmen. Sie sind ausschließlich auf die „Neotropische Region", d. h. auf das tropische Amerika, beschränkt, wo sie die Danaiden der alten Welt zu ersetzen scheinen. Sie sind Bewohner des dichten Urwaldes und erreichen im Gebiet des Amazonenstromes die höchste Stufe ihrer Entwicklung.

Bevor ich jedoch auf die Untersuchung eingehe, sei mir gestattet, Herrn Geheimrat Weismann meinen herzlichen Dank aus zusprechen für die mannigfachen Anregungen, die er mir zuteilwerden ließ, und das lebhafte Interesse, das er dem Verlaufe der Arbeit entgegenbrachte. Auch für die Überlassung des Untersuchungsmaterials bin ich ihm zu Dank verpflichtet. Herrn Privat-

dozent Dr. Schleip sowie Herrn Dr. Kühn danke ich manch wertvollen Rat.

Der auffälligste Teil des Duftorgans der Neotropiden, das Haarbüschel, ist schon lange bekannt und systematisch verwertet. Herrich-Schäffer erwähnt „einen Haarpinsel auf der Oberseite des Hinterflügels vorne an der Subcostalis“ und Doubleday „einen langen Fleck, der mit sehr langen, zarten Haaren besetzt ist“ bei *olyras*.

Fritz Müller (1877, 1881) konnte feststellen, daß das Borstenbüschel von *Dircenna xantho*, einer Neotropide, einen „nicht starken, angenehmen, etwas vanilleartigen Duft“ ausströmt, ferner daß vom Borstenbüschel von *Thyridia megisto* ein wahrnehmbarer Duft ausgeht. Nachdem es gelungen war, bei andern Arten mit ähnlichen Organen nachzuweisen, daß ein Duft von diesen ausgeht, nahm man an, daß ähnlich gebaute, von denen wir keinen Geruch wahrnehmen, dieselbe Funktion haben. Der Duft ist in diesen Fällen eben so schwach, daß unser Geruchsorgan nicht empfindlich genug ist, ihn wahrzunehmen; für die Insecten dagegen, mit ihren außerordentlich fein gebauten Sinnesorganen, dürfte das Secret in äußerst geringen Spuren zur Empfindung gelangen.

Material und Untersuchungsmethode. Die Untersuchung erstreckt sich auf folgende, von Dr. O. Staudinger & Bang-Haas gelieferte und bestimmte Arten:

Methona Hübn.	*themisto* Hübn.	Süd-Brasilien
	confusa Buttl.	Amazonenstrom
Tithorea Doubl.	*pinthias.* Salv. et God.	Chiriqui
	cuparina Buttl. *var. melanina*	Peru
	neitha	„
Eutresis Doubl.	*hypercia var. theope*	Chiriqui
Melinaea Hübn.	*egina* Cram.	Oberer Amazonenstrom
Mechanitis Fabr.	*polymnia* L.	„
	doryssides Stgr.	Mittl. Amazonenstrom
	doryssus Stgr. od. *veritabilis*	Chiriqui
	olivencia Bates	Olicença
	huallaga Stgr. *var. jurimaguensis*	Yurimaguas
	elisa Guér.	Bolovia
	lycidice	Peru
	methone Hew.	Bolivia
	lysimnia Fabr.	Süd-Brasilien
Thyridia Hübn.	*psidii* L.	Peru

Ceratinia HÜBN.	*barii*	Peru
	cantobrica	Bolivia
	callanga	Peru
	daeta BOISD.	Süd-Brasilien
	euryanassa FELD.	„
	callispila	Chiriqui
	statilla	Bolivia
	eupompe HÜBN.	Süd-Brasilien
Callithomia BATES	*hezia* HEW.	Chiriqui
Heteroscada SCHATZ	*gazoria* GODT.	Süd-Brasilien
Scada KIRB.	*teaphia* BATES	Manãos
Napeogenes BATES	*pharo* FELD.	Iquitos
	tolosa HEW.	Ucayali
Dircenna DOUBL.	*klugii* HÜBN.	Chiriqui
	olyras FELD. *var. relata* BUTTL.	„
	euchytma	„
	dero HÜBN. *var rhoeo*	Peru
	epidero BATES	Oberer Amazonenstrom
Calloleria S. et G.	*poecila* BATES	Chondrasuayo
	selenides	Oberer Amazonenstrom
	hopfferi	„
Ithomia HÜBN.	*heraldica*	Chiriqui
	abendrothi	Peru
	agnosia HEW.	„
Miraleria HAENSCH	*cymothoe* HEW.	Venezuela
Leucothyris BOISD.	*quintina*	Oberer Amazonenstrom
	crispinella	Cuzco
	janarilla HW.	Pachitea
Episcada S. et G.	*salvinia* BATES	Chiriqui
	hymenaea	Süd-Brasilien
	hymen STGR.	Bolivia
Pteronymia BUTTL. et DRUCE	*tigranes*	Chiriqui
	asopo var. asellia	Peru
	dispar	Chiriqui
	antisao	Oberer Amazonenstrom
Aeria HÜBN.	*olena* WEYM.	Süd-Brasilien
Pseudoscada G. et S.	*timna* HW.	Bolivia
Hypoleria S. et G.	*rhene*	Chiriqui
	adasa	Süd-Brasilien
Hymenitis HÜBN.	*andromica* HW.	Venezuela
	zavaletta HW.	Peru
	gonussa HW. *var. zygia* G. et S.	Chiriqui
Heterosais S. et G.	*nephele* BATES	„

Die Tiere wurden in der Weise gespannt und getrocknet, daß das Duftorgan völlig frei lag. Die Untersuchung der Schuppenanordnung erfolgte mikroskopisch bei etwa 130facher Vergrößerung in reflektiertem Licht. Die Darstellung der Strukturverhältnisse der einzelnen Duftschuppen in Fig. 6—21 geschah in der Weise, wie sie sich in Luft eingebettet im durchfallenden Licht zeigen.

II. Lage des Duftorgans.

Das Duftorgan der Neotropiden liegt immer im Haftfeld des Hinterflügels und wird während des Fluges vom Vorderflügel gedeckt. Es schließt eines oder mehrere „Duftorgane“ in sich. Ein solches besteht:

1. aus einem Duftfeld oder -fleck, das ist ein vollständig in Duftschuppen umgewandelter Teil der Beschuppung;

2. aus einem langen Borstenbüschel, welches am Hinterrand des Duftfeldes steht und dieses überdeckt.

Die Duftorgane, welche nie unmittelbar an der Grenze des Flügels liegen, sondern von demselben immer durch eine mehr oder weniger breite Randzone getrennt bleiben, nehmen auf das Geäder bezogen, folgende Lage ein:

A. Zwischen Costa und Subcosta (*C* u. *SC* in den Figuren),

I. Es ist nur ein Duftorgan vorhanden. Dieses erstreckt sich, entweder:

1. über das ganze zwischen Costa und Subcosta gelegene Feld mit Ausnahme der in der Nähe des Flügelrandes gelegenen Teile (*Ceratinia*, *Mechanitis*, Fig. B1 u. F1), oder es beschränkt sich nur:

2. auf den mittlern und äußern Teil des Feldes (*Ithomia*, Fig. C1) oder

3. auf einen Streif längs der Subcostalader (*Leucothyris*).

II. Es sind zwei einfache Duftorgane innerhalb des zwischen Costa und Subcosta gelegenen Feldes vorhanden, wobei das eine gewöhnlich am Grund, das andere im distalen Teil des Haftfeldes liegt (*Tithorea*, *Melinaea*, *Eutresis*, Fig. A). Bei großer Ausdehnung können sie sich berühren; sie sind aber immer als einzelne Organe kenntlich an der verschiedenen Gestalt der Duftschuppen (*Melinaea* Taf. 3, Fig 7a u. b, *Eutresis*, *Miraleria*, Taf. 3, Fig. 12a u. b und *Dircenna*, Taf. 3, Fig. 13a u. b) und den meist getrennt bleibenden Borstenbüscheln, welche nur selten völlig zusammentreten.

B. Zwischen Subcosta und der obern Radialader oder, wenn diese fehlt, der untern Radialader (*SC*, *OR*, *UR* in den Figuren).

Das Duftorgan nimmt:

1. die ganze zwischen den beiden Adern gelegene Fläche (*Hypoleria rhene*, Fig. H1, *AD*, und *Hymenitis gonussa var. zygia*, Fig. G1) oder nur

2. den mittlern Teil ein (*Heterosais nephele*, Fig. J, *AD*), während der dem Rand genäherte Teil dagegen immer frei von Duftschuppen bleibt; jedoch kann sich das Duftfeld über die Subcostalader hinweg nach der Costa hin erstrecken und sich längs dieser weiter basalwärts ausdehnen (*Hypoleria rhene*, Fig. H *AD*).

III. Einflüsse des Duftorgans auf die Gestaltung des Flügels.

a. Aderverlauf.

Im Vergleich zu andern Rhopaloceren fällt die schmale und wechselnde Form der Hinterflügel bei den Neotropiden auf, womit das von der Norm abweichende Verhalten des Geäders in engem Zusammenhang steht. Dieses ist innerhalb der Familie solchen Schwankungen unterworfen, daß es fast ausschließlich die Gattungs- und Artmerkmale für die Imago liefert; selbst innerhalb der Art variiert es besonders im Vorderteil des Hinterflügels. Wie dieser, so scheinen vielfach die Adern besonders in ihrem basalen Teile zusammengeschoben. Davon sind aber nicht alle Teile des Flügels in gleicher Weise betroffen, sondern je nach der Art meist einer mehr als der andere und zwar folgende:

1. der Abstand von Costa und Subcosta;

2. der Abstand von Subcostal- und oberer Radialader und damit die Ausdehnung der obern Discoidalader;

3. der Abstand von der obern Radialader und der untern Radialader und damit die Ausdehnung der mittlern Discoidalader;

4. der Abstand der untern Radialader und des vordersten Medianaderastes, bzw. die Ausdehnung der untern Discoidalader.

Merkwürdig ist, daß die Schwankungen des Geäders in der angegebenen Weise nicht nur nach Arten verschieden sind, sondern

auch je nach dem Geschlecht, so daß sie zu einem Geschlechtsdimorphismus geführt haben, der sich vorzugsweise in der Umgebung des Duftorgans, d. h. in der Beschaffenheit des Hinterflügelvorderrandes, äußert. Während längs desselben beim Männchen ein breiter Streif der Flügelfläche im Fluge vom Vorderflügel gedeckt wird, ist dieser Teil beim Weibchen, das im Gegensatz zum Männchen an dieser Stelle kein Duftorgan enthält, sehr schmal. Die Unterschiede in der Flügelbeschaffenheit zwischen Männchen und Weibchen erstrecken sich:

A. auf die Flügelfläche, welche im männlichen Geschlecht, die Dufteinrichtung enthält, und die Adern, welche sie abgrenzen, ferner

B. auf die das Duftfeld rings umgebende Zone, welche während des Fluges vom hintern Teil des Vorderflügels überdeckt wird und den Abschluß des Duftfeldes während des Fluges gegen die Luft bewirkt.

A. Verhalten der Flügelflächen, welche beim Männchen das Duftfeld enthalten, in beiden Geschlechtern.

Costal- und Subcostalader (*C* und *SC* in den Figg.).

Costale und Subcostale zeigen sowohl von Gattung zu Gattung und vielfach auch von Art zu Art als auch in männlichem und

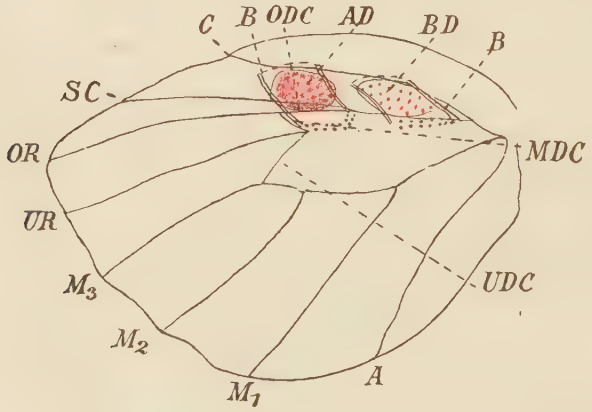


Fig. A.

Hinterflügel von *Tithorea cuparina var. melanina.* ♂.

BD basales, *AD* äußeres Duftfeld. *B* Borsten, von jedem Büschel nur 2 eingezeichnet, um Lage und Ausdehnung anzudeuten. *PC* Präcostalader. *C* Costalader. *SC* Subcostalader. *OR* obere, *UR* untere Radialader. M_1, M_2, M_3 Äste der Medianader. *A* Analader. *ODC* obere, *MDC* mittlere, *UDC* untere Discoidalader.

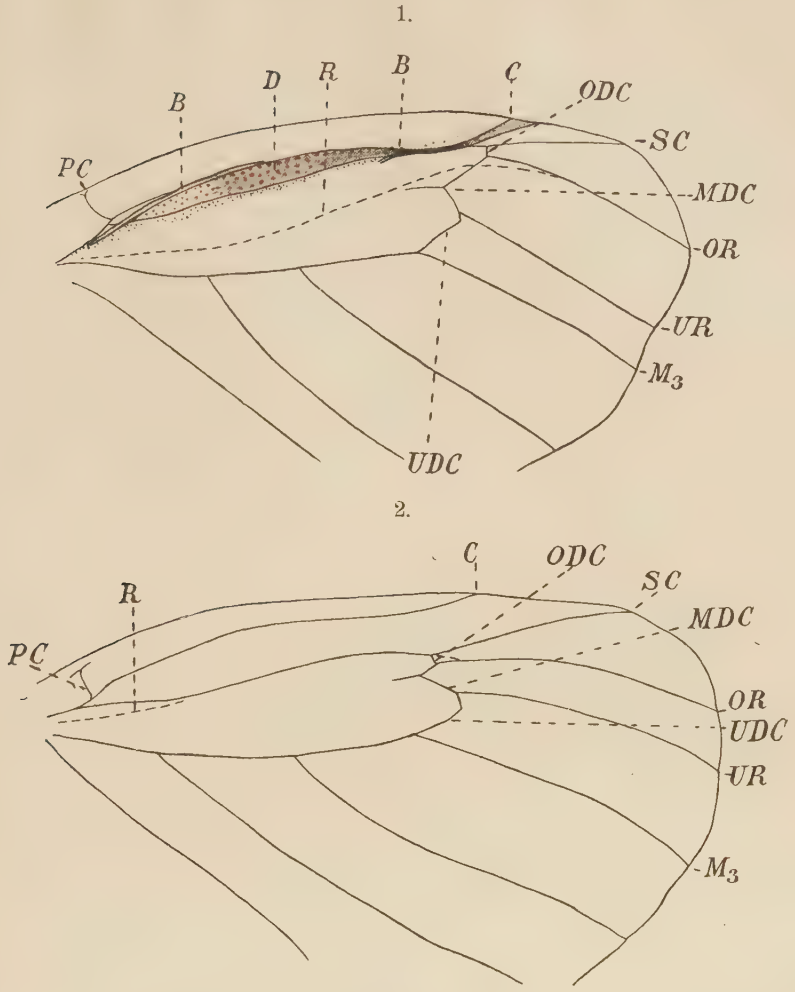


Fig. B.

Hinterflügel von *Ceratinia cantobrica*. 1 ♂, 2 ♀♀.
D Duftfeld in einer Falte. *R* hintere Grenze des Haftfeldes. Übrige Bezeichnung wie Fig. A. Schraffierte Stellen nach unten eingebuchtet.

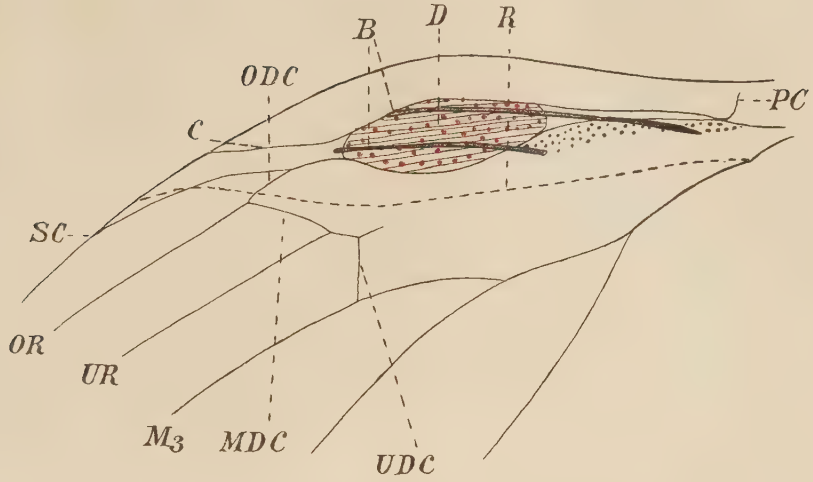
weiblichem Geschlecht ein wechselndes Verhalten. Im Gegensatz zu den übrigen Rhopaloceren, wo diese Adern meist ein breites Feld zwischen sich einfassen, verlaufen sie bei den Neotropiden in verschiedenem Abstand voneinander. Sie sind sich hier vielfach genähert, und wir können insbesondere beim Weibchen alle Stufen des Zusammenrückens verfolgen. Während bei *Tithorea cuparina*

var. melanina ihr Abstand am größten und in beiden Geschlechtern noch gleich ist (Fig. A) und bei *Ceratinia cantobrica* ♀ und *Ithomia abendrothi* ♀ die Adern ebenfalls noch vom Grund an getrennt sind (Fig. B2 und C2), findet bei den folgenden Formen von der Basis des Flügels aus eine fortschreitende Annäherung statt, indem bei *Pteronymia tigranes* ♀ Costa und Subcosta am Grund eine Strecke weit zusammentreten (Fig. D2), welche bei *Hymenitis gonussa var. zygia* größer (Fig. G2) und bei *Mechanitis* ♀ schließlich so bedeutend wird, daß Costa und Subcosta zum größten Teil ihrer Ausdehnung nicht nur zusammenrücken, sondern miteinander verwachsen (Fig. F2).

Wie verhält sich dem gegenüber das Männchen? *Tithorea* ist die einzige Gattung, bei welcher das Geäder in beiden Geschlechtern völlig übereinstimmt, also auch in bezug auf Costa und Subcosta, während in allen übrigen Gattungen sich die Adern, in deren Bereich immer mindestens ein Duftorgan liegt, beim Männchen anders verhalten als beim Weibchen. Allgemein läßt sich für jenes feststellen, daß Costa und Subcosta immer einem Duftfeld in dem zwischen ihnen gelegenen Feld Raum bieten. Dementsprechend gilt für alle Arten, bei welchen diese Adern im weiblichen Geschlecht sehr nahe zusammengedrängt oder verwachsen sind, daß sie beim Männchen entweder in ihrem ganzen Verlauf oder doch auf die Strecke, auf welche sich das Duftfeld erstreckt, auseinander bleiben.

Beim Weibchen von *Eutresis* und *Melinaea* liegen Costa und Subcosta noch weit auseinander, jedoch erreicht erstere den Vorderrand früher als beim Männchen, wo beide einen ovalen Duftfleck und ein größeres Duftfeld in ihrem Bereich haben und deshalb in bedeutender Entfernung voneinander verlaufen. Sind Costa und Subcosta beim weiblichen Geschlecht zum größten Teil miteinander verwachsen, so daß nur noch eine kurze Strecke der erstern gegen das Ende zu frei bleibt, wie bei *Mechanitis doryssides* (Fig. F2) und *Scada teaphia*, so sind die beiden Adern beim männlichen von der Nähe des Grundes an getrennt und verlaufen nahezu parallel in geringem Abstand voneinander, ein Duftfeld von eigenartiger Beschuppung seitlich abgrenzend, nach dem Vorderrand (Fig. F1). Arten, bei welchen die in Rede stehenden Adern beim Weibchen am Grund ein Stück weit dicht nebeneinander herlaufen, zeigen an dieser Stelle keine wesentliche Abweichung im männlichen Geschlecht, wenn sich das Duftfeld im äußern Teil des Flügels befindet; dagegen

1.



2.

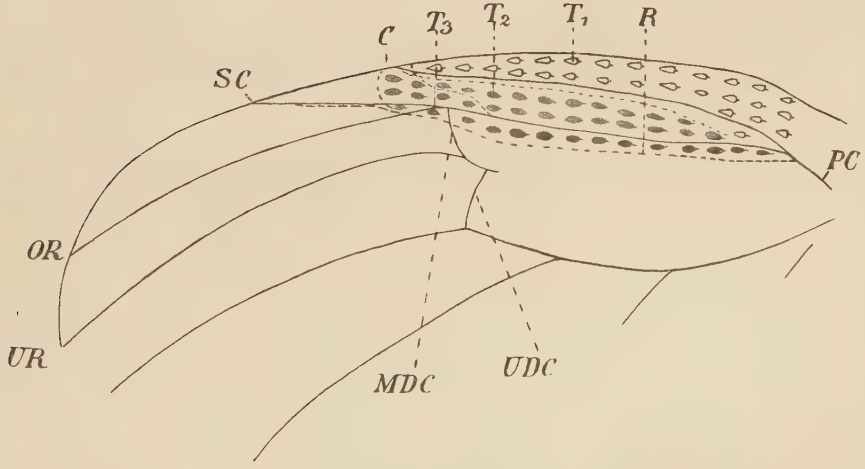


Fig. C.

Hinterflügel von *Ithomia abendrothi*. 1 ♂, 2 ♀♀.
Bezeichnung wie Fig. A u. B. T_1, T_2, T_3 Schuppen vom Typ 1, 2, 3.

ist dann der beim Männchen das Duftfeld bergende äußere Teil bei letzterm meist besser entwickelt (*Pteronymia tigranes*, Fig. D1 u. 2 *Napeogenes pharo*). Liegt das Duftorgan mehr nach dem Körper hin, dann gehen Costale und Subcostale im männlichen Geschlecht schon

in der Nähe der Flügelbasis auseinander, im Gegensatz zum Weibchen, wo sie eine größere Strecke weit nebeneinander herlaufen, um sich erst ungefähr in der Mitte des Haftfeldes zu trennen (*Dircenna klugii*, Fig. E1 u. 2, *Hymenitis gonussa var. zygia*, Fig. G1 u. 2).

Bei *Ceratinia cantobrica* sind Costal- und Subcostalader in den äußern Teilen des Flügels beim Weibchen weiter voneinander entfernt als beim Männchen; zwischen beiden Adern ist hier die Flügelmembran nach unten eingefaltet und zwar dort am tiefsten, wo sich die Adern am nächsten sind (Fig. B1 u. 2).

Während im weiblichen Geschlecht von *Ithomia abendrothi* Costa und Subcosta schon in der Nähe der Abzweigungsstelle der Präcosta (*PC*) auseinandergehen und dann in wenig wechselndem Abstand nach dem Vorderrand verlaufen, haben sie sich dagegen beim Männchen sowohl in der Nähe der Basis als auch im äußern Teil des Flügels mit Ausnahme der breiten Zone, welche das Duftfeld enthält, genähert (Fig. C1 u. 2).

Fast allgemein ist die Entfernung von Costa und Subcosta in der Nähe des Flügelrandes beim Männchen geringer, wobei die Verminderung des Abstandes soweit gehen kann, daß sich das Ende der Costa der Subcosta völlig nähert und verkümmert (*Hymenitis gonussa var. zygia*, Fig. G1 u. 2, *Hypoleria rhene*, Fig. H, *Heterosais nephele*, Fig. J).

Subcostalader und obere bzw. untere Radialader (*SC*, *OR*, *UR* in den Figg.).

Auch dort, wo zwischen diesen Adern ein Duftorgan auftritt, haben sie sich in ihrem Verlauf diesem angepaßt und zwar auch in der Weise, daß sie es möglichst vollständig umschließen. Während beim Weibchen Subcostale und obere Radialader nach dem Außenrande hin gewöhnlich divergieren, nähert sich diese im männlichen Geschlecht der Subcostalader in dem Maße, daß sie letztere schon an der äußern Grenze des Duftfeldes erreicht und weiterhin neben ihr verkümmert (*Hymenitis gonussa var. zygia*, Fig. G1 u. 2, *Hypoleria rhene*, Fig. H).

Bei *Heterosais nephele* sind die Verhältnisse etwas anders. An der Stelle, an welcher der Duftstreif liegt, vollführt die Subcostalader eine Wölbung nach hinten, die untere Radialader, welche mit der obern völlig verwachsen ist, so daß es den Anschein hat, als ob eine der beiden Adern fehle, eine Krümmung nach vorn, wodurch sich beide dem Duftfeld stark nähern, was wohl für die Ernährung des

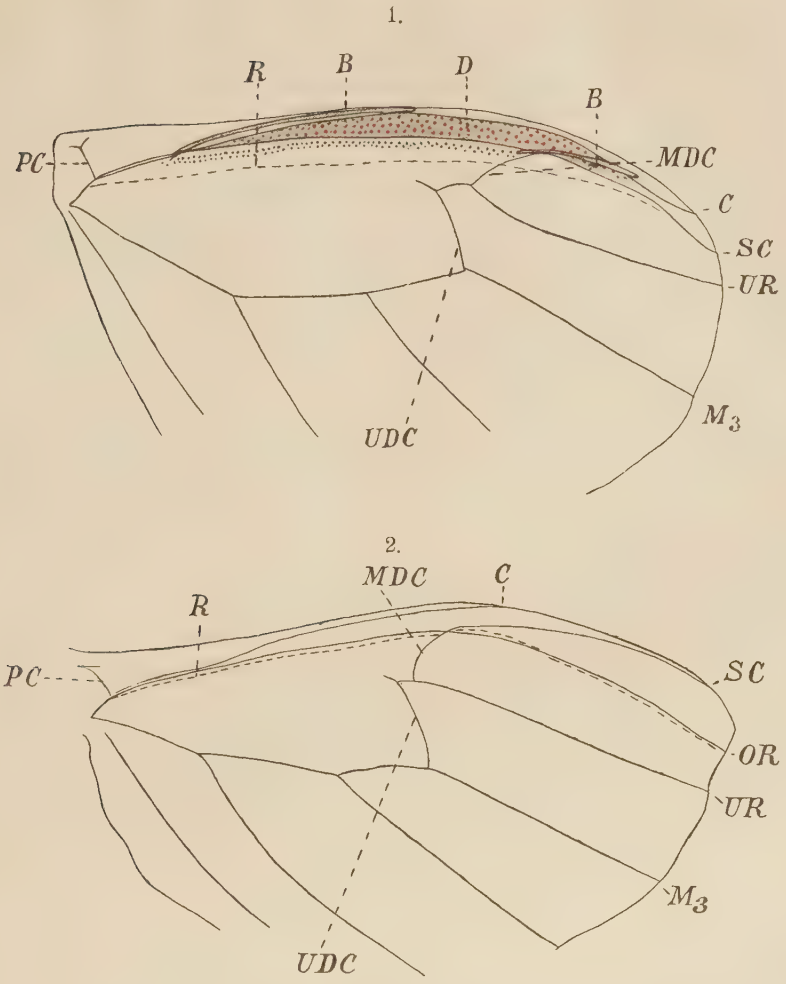


Fig. D.

Hinterflügel von *Pteronymia tigranes*. 1 ♂, 2 ♀♀.
D Duftfeld in einer Rinne. Bezeichnung wie Fig. B u. A.

Organs seine Bedeutung hat, da die Adern die Tracheen und Blutbahnen enthalten (Fig. J).

B. Die das Duftfeld umgebende Zone.

Außer den Unterschieden, die das Geäder bei Männchen und Weibchen aufweist, um den Raum zwischen Costa und Subcosta, bzw. zwischen dieser und der obern Radialader für die Aufnahme

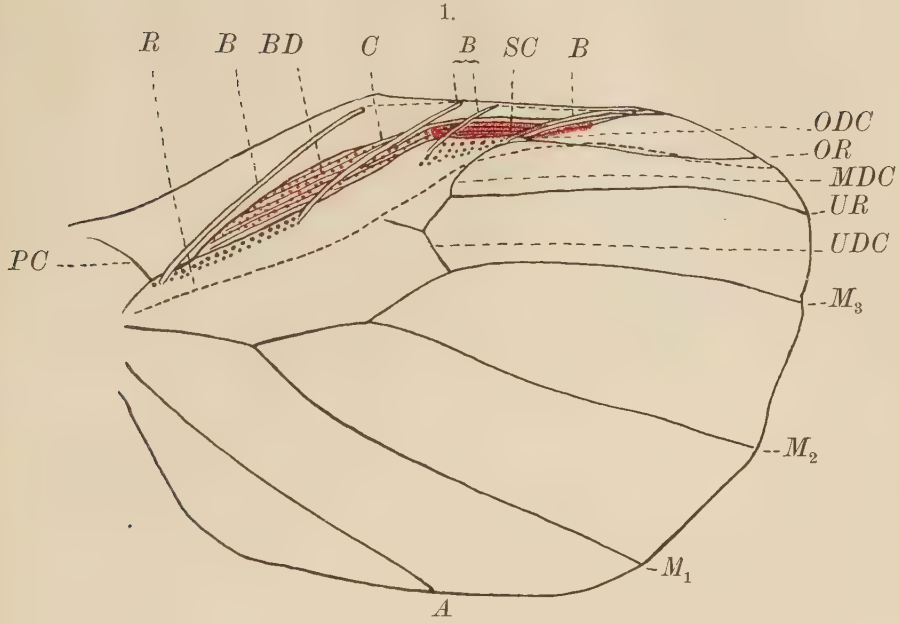
des Duftfeldes geeignet zu machen, wird um die Duftfelder herum, vor wie hinter denselben, eine Zone gebildet, welche von dem Vorderflügel während des Fluges gedeckt wird und durch ihre Breite einen guten Abschluß des Duftorgans herbeiführt. Dieser das Duftfeld umgebende Teil des Haftfeldes kommt in folgender Weise zustande:

Das zwischen Vorderrand und der das Duftfeld gewöhnlich nach vorn abgrenzenden Costa gelegene Feld ist sowohl nach vorn wie außen vielfach stark verbreitert (Fig. B1, C1, E1, F1). Deshalb findet man bei vielen Männchen der Neotropiden den „hochgewölbten" Vorderrand, während er beim Weibchen gewöhnlich nur „schwach gewölbt" ist. Er stimmt bei jenem größtenteils in seinem Verlauf mit dem der Subcosta überein; vollführt sie eine Krümmung nach vorn, so macht er sie bis zu einem gewissen Grade mit (*Ithomia abendrothi*, Fig. C1), verläuft sie dagegen mehr gerade, so ist seine Wölbung gering (*Mechanitis doryssides*, Fig. F1).

Die hinter dem Duftfeld auftretende Zone des Haftfeldes umfaßt beim Männchen noch einen größern Teil des Discoidalfeldes, welches hier durchweg breiter ausgebildet ist als im weiblichen Geschlecht. Diese Erscheinung kommt im Verlauf der Subcosta in der Weise zum Ausdruck, daß sich diese im Vergleich zur Medianader, welche selten in einem Geschlecht sich anders verhält als im andern, mehr nach vorn zieht und im äußern Teil des Flügels entweder ihre Richtung in der Hauptsache beibehält oder sich nach hinten wendet, wodurch Costa, Duftfeld und Rand im Vergleich zum Weibchen nach vorn gedrängt erscheinen (*Dircenna klugii* Fig. E1 u. 2).

Die Verschiedenheit in der Breite der Mittelzelle (des Discoidalfeldes) hat zur Folge, daß die Gesamtausdehnung der Discoidaladern oder der Abstand des vordersten Astes der Mediana (M_3) und der Subcosta (SC) beim Männchen größer ist als beim Weibchen. Wendet sich die letztere im äußern Teil des Flügels nach hinten, so ist der Unterschied geringer, da sie die obere Discoidalader fast an derselben Stelle erreicht wie beim Weibchen (*Dircenna klugii*, Fig. E1 und 2). Wo dagegen das Discoidalfeld nicht nur in seinem basalen Teil breiter ist, sondern auch im äußern, so daß die Subcosta auf die Medianader bezogen in diesem Flügelteil weiter vorn verläuft als dort, erhalten die Discoidaladern relativ eine größere Ausdehnung und zwar in der Weise, daß der vor der Winkelspitze der mittlern oder untern Discoidalader und ihrer rücklaufenden Ader gelegene Teil des Discoidal-

1.



2.

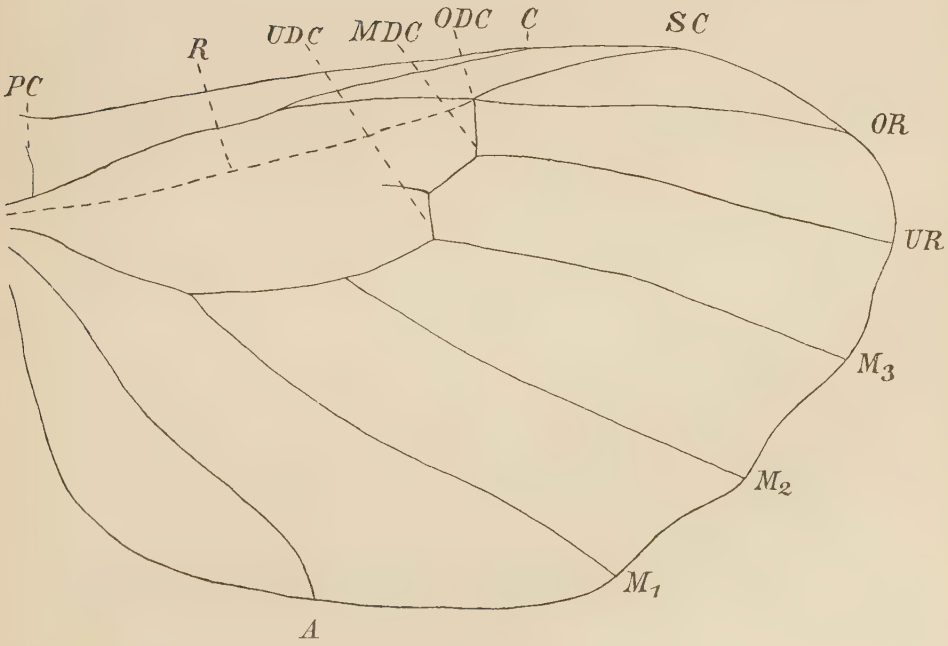


Fig. E.

Hinterflügel von *Dircenna klugii*. 1 ♂, 2 ♀♀. Bezeichnung wie bei Fig. A u. B.

feldes den größten Unterschieden unterworfen ist (*Ceratinia cantobrica*, Fig. B1 u. 2). Außerdem liegt die Vereinigungsstelle der obern Discoidalader und der Subcosta beim Männchen weit näher dem Außenrand als beim Weibchen, so daß auch aus diesem Grunde die Gesamtausdehnung der Discoidaladern größer wird. Dementsprechend sind im männlichen Geschlecht besonders die Teile der letztern lang, welche schräg nach vorn und außen gerichtet sind.

An der Überbrückung des Abstandes von Subcosta und Medianader sind die einzelnen Discoidaladern sowohl innerhalb der Gattungen als auch in den beiden Geschlechtern in verschiedenem Maße beteiligt. Im Folgenden soll das Verhalten dieser Adern an einigen Beispielen erläutert werden.

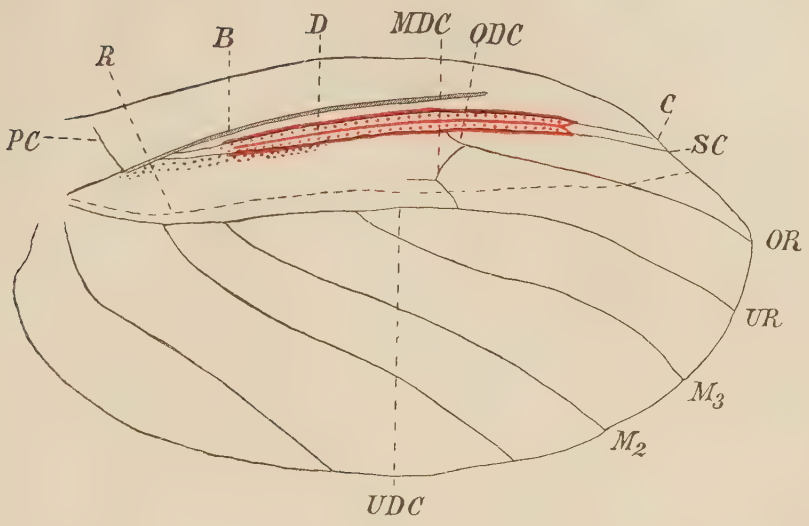
Obere Discoidalader (*ODC* in den Figg.).

Die obere Discoidalader hat fast durchweg im männlichen Geschlecht eine größere Ausdehnung als im weiblichen, wo sie meist sehr kurz ist und ganz verschwinden kann. Dabei treten Subcostale und obere Radialader an der Stelle, an welcher die obere Discoidalader auftreten sollte, zusammen und können noch eine Strecke weit verschmelzen (*Mechanitis doryssides*, Fig. F2). Während bei *Ceratinia cantobrica* und bei *Dircenna klugii*, wo in beiden Geschlechtern die Ader stark verkürzt ist (Fig. E1 u. 2), der Unterschied noch gering, aber immerhin vorhanden ist (Fig. B1 u. 2), tritt dagegen bei *Ithomia abendrothi* die verschiedenartige Ausbildung der obern Discoidalader bei Männchen und Weibchen stark hervor (Fig. C1 u. 2). In besonderm Maße ist das natürlich der Fall, wo das Männchen in dem zwischen dieser Ader, der Subcostalis und der obern Radialader gelegenen Feld ein Duftorgan aufweist, wie *Hymenitis gonussa var. zygia* in Fig. G1 u. 2 zeigt, wo im männlichen Geschlecht die obere Discoidalader teilweise auf Kosten der mittlern und untern besonders lang ausgebildet ist.

Mittlere Discoidalader (*MDC* in den Figg.).

Weniger deutlich und häufig zeigt sich der Geschlechtsdimorphismus im Verhalten der mittlern Discoidalader, wobei sich ein verschiedenartiges Verhalten hauptsächlich auch darin äußert, daß die Ader im männlichen Geschlecht länger ist als im weiblichen, ein Umstand, welcher hauptsächlich dort in Erscheinung tritt, wo die obere Discoidalader nur geringe oder gar keine Längenunterschiede aufweist oder sich in beiden Geschlechtern dermaßen verkürzt, daß

1.



2.

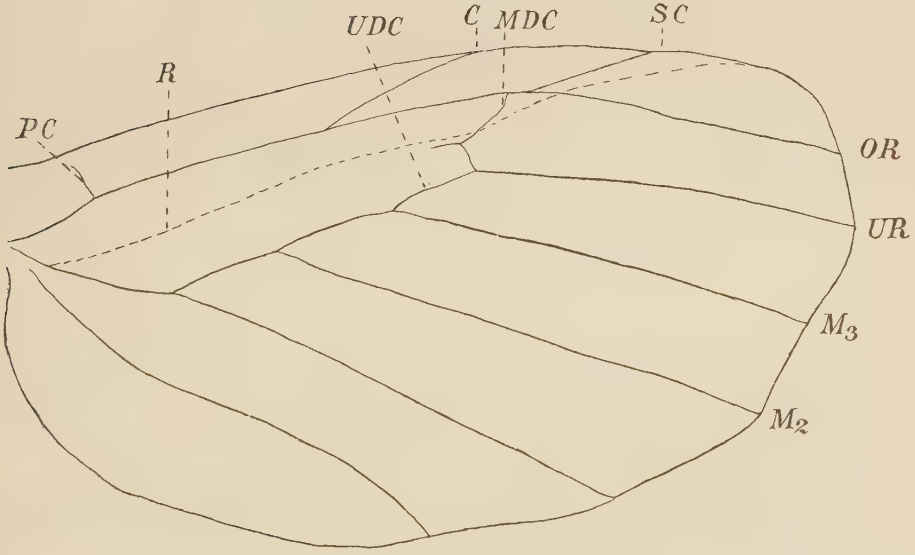


Fig. F.

Hinterflügel von *Mechanitis doryssides*. 1 ♂, 2 ♀♀.
Bezeichnung wie in Fig. A u. B.

Subcosta und obere Radialader an ihrem Grund zusammentreten. So wird bei *Pteronymia tigranes* (Fig. D1 u. 2), bei welcher die obere Discoidalader und im männlichen Geschlecht die obere Radialader noch dazu vollständig verschwunden ist, und *Dircenna klugii* (Fig. E1 u. 2) der Unterschied in der Breite des Discoidalfeldes vorwiegend durch die beim Männchen länger ausgebildete mittlere Discoidalader herbeigeführt. Der Breitenunterschied der Mittelzelle von *Ithomia abendrothi* (Fig. C1 u. 2) kommt hauptsächlich durch Verkürzung der obern und in zweiter Linie durch kürzere Gestaltung der mittlern Discoidalader zustande. Bei *Ceratinia cantobrica*, die eine gewinkelte mittlere Discoidalader hat (Fig. B1 u. 2), fällt der vordere Ast durch seine bedeutendere Länge beim Männchen in besonderm Maße auf, während die obere Discoidalader in beiden Geschlechtern gleich ausgebildet ist und die untere nur geringe Unterschiede aufweist. *Mechanitis doryssides* scheint insofern eine Ausnahme zu machen (Fig. F1 u. 2), als die mittlere Discoidalader beim Weibchen länger ausgebildet ist als beim Männchen; demgegenüber ist die Differenz in der Länge der obern Discoidalader so bedeutend, daß jener Umstand den Breitenunterschied des Discoidalfeldes zwischen Männchen und Weibchen nicht aufzuheben vermag.

Untere Discoidalader (*UDC* in den Figg.).

Die meist gewinkelte untere Discoidalader, welche nur in wenigen Fällen beim Männchen länger ist als beim Weibchen, zeigt einen Unterschied, wenn er überhaupt vorhanden ist, im vordern, meist nach außen gerichteten Winkelast, welcher durch seine längere Ausbildung beim Männchen neben der Verbreiterung eine größere Ausdehnung des Discoidalfeldes sowohl nach vorn als auch nach außen hin bewirkt (*Pteronymia tigranes* (Fig. D1 u. 2), während gewöhnlich der nach hinten gewandte Ast und die Medianader in ihren Ausdehnungsverhältnissen in beiden Geschlechtern übereinstimmen. In einigen Fällen (*Heteroscada gazoria* und *Hymenitis gonussa var. zygia*, Fig. G1 u. 2) verhält sich die Ader gerade umgekehrt, wie man erwarten sollte; sie ist beim Männchen kürzer als beim Weibchen. Die Mittelzelle bewahrt aber ihren Breitenunterschied trotzdem, da die andern Discoidaladern zusammen beim Weibchen in dem Maße verkürzt sind, daß ihre geringere Ausdehnung durch die untere nicht ausgeglichen wird.

Aus diesen Ausführungen läßt sich folgendes für die Neotropiden allgemein gültiges feststellen:

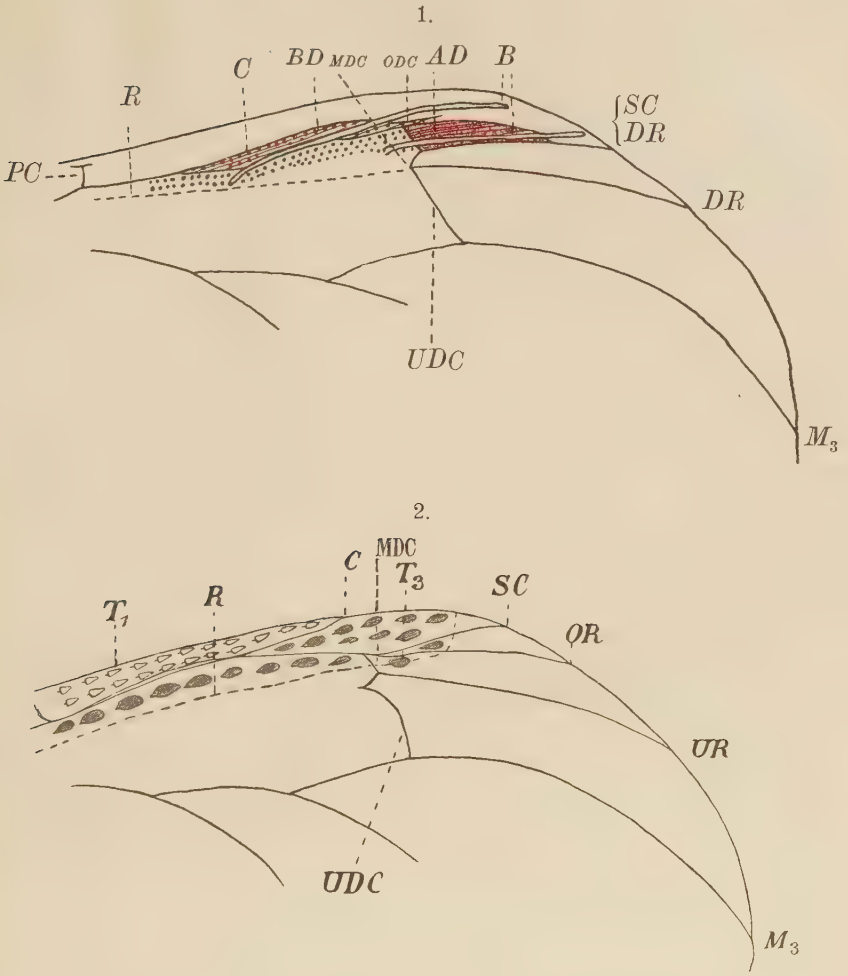


Fig. G.

Hinterflügel von *Hymenitis gonussa var. zygia.* 1 ♂, 2 ♀♀.
Bezeichnung wie Fig. A, B u. C.

1. Costal- und Subcostalader verlaufen in den einzelnen Gattungen im weiblichen Geschlecht in verschiedener Entfernung voneinander. Wir finden alle Stufen derselben bis zu dem Nebeneinanderlaufen und Verschmelzung beider.

2. Männchen und Weibchen stimmen nur in wenigen Fällen im Verlauf von Costa und Subcosta überein. Meistens ziehen sie beim Weibchen näher und auf größere Strecken nebeneinander her.

In einigen Fällen dagegen haben sie sich basal- und distalwärts vom Duftfeld beim Männchen genähert.

3. Der vordere Teil des Hinterflügels ist beim Männchen breiter als beim Weibchen, indem bei ersterm außer der größer ausgebildeten Fläche, welche das Duftorgan enthält, die unmittelbar vor und hinter derselben gelegenen Teile des Flügels, also das zwischen Costa und Vorderrand gelegene Feld und der vordere Teil der Mittelzelle häufig breiter ausgebildet sind, so daß um das Duftfeld herum eine mehr oder weniger breite Randzone vorhanden ist, welche wie jenes während des Fluges vom Vorderflügel gedeckt wird.

4. Die Verbreiterung des vordern Teils des Flügels äußert sich im Geäder darin, daß die Subcostale sich entweder nach vorn wölbt oder auf die Medianader bezogen mehr in dieser Richtung verschoben erscheint und hieraus eine Verbreiterung des Discoidalfeldes resultiert. Das führt zu einer größern Gesamtausdehnung der Discoidaladern, an welcher sie einzeln von Art zu Art verschiedenen Anteil haben.

5. Am häufigsten entfällt der wesentliche Unterschied auf die obere Discoidalader.

6. Mittlere und untere Discoidalader weisen wohl auch Verschiedenheiten auf, aber der Abstand der Strecken, welche sie überbrücken, ist beim Männchen nur in geringem Grade vom Weibchen verschieden.

7. Die untere Discoidalader zeigt in manchen Fällen gerade das umgekehrte Verhalten, wie man erwarten sollte, sie ist beim Männchen kürzer als beim Weibchen; trotzdem ist das Discoidalfeld dort breiter, weil die untere Discoidalader den durch das Verhalten der übrigen Discoidaladern bedingten Längenunterschied derselben zwischen Männchen und Weibchen nicht auszugleichen vermag.

8. Da vielfach Discoidaladern, welche schräg nach vorn und außen gerichtet sind, im weiblichen Geschlecht kürzer sind, liegen hier besonders die nach vorn auf den Winkel folgenden Adern mehr basal als beim Männchen und bewirken dadurch nicht nur eine Verschmälerung des Discoidalfeldes, sondern auch eine Verkürzung desselben.

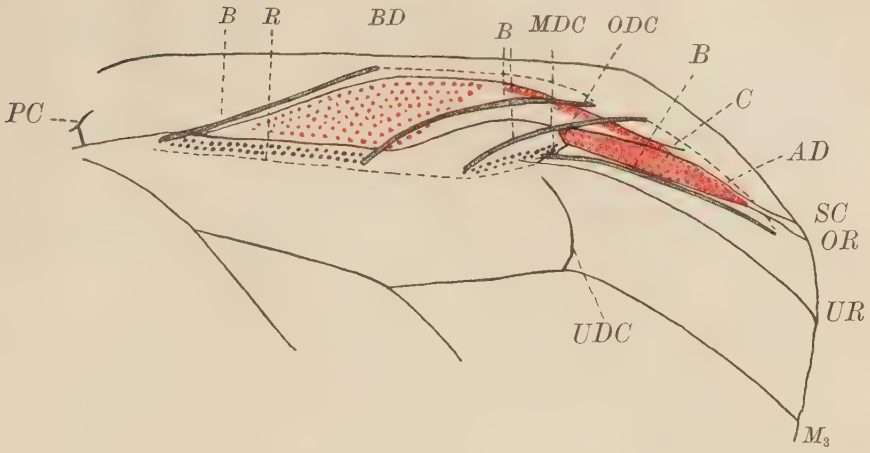


Fig. H.
Hinterflügel von *Hypoleria rhene*. ♂. Bezeichnung wie Fig. A.

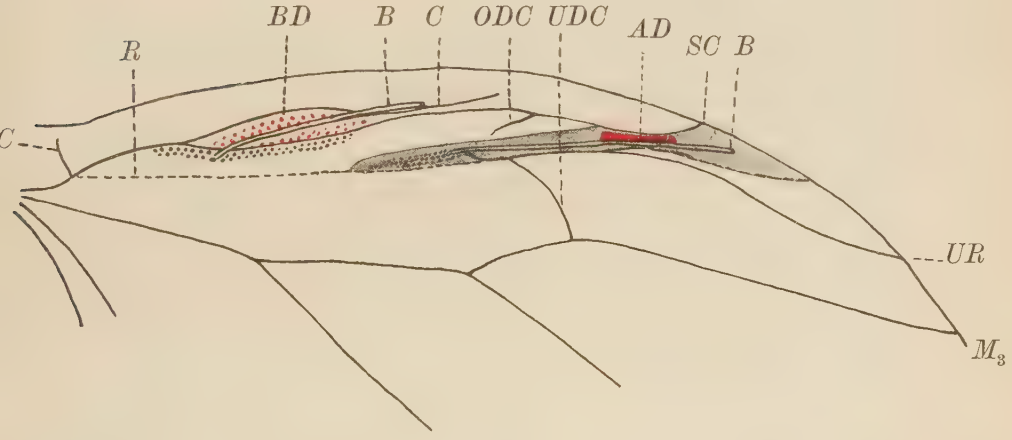


Fig. J.
Hinterflügel von *Heterosais nephele*. ♂. Bezeichnung wie Fig. A.

b) Ausbuchtungen in der Flügelfläche
(in den Figg. durch schwarze Schraffierung angedeutet).

Das Auftreten des Duftorgans hat vielfach zu Vertiefungen und Ausbuchtungen der Flügelfläche zur Aufnahme des Duftfeldes Anlaß gegeben. Die Neotropiden zeigen in dieser Hinsicht ein ähnliches Verhalten wie eine Anzahl von Haase auf ihre Duftorgane unter-

suchte indo-australische Schmetterlinge, z. B. Morphiden, welche an derselben Stelle wie die Neotropiden ähnliche Dufteinrichtungen mit Borstenbüscheln und Vertiefungen besitzen. Wir können bei diesen verschiedene Arten von Ausbuchtungen der Flügelfläche unterscheiden, welche durch Übergänge miteinander verbunden sind:

1. Napfartige Vertiefungen können vorhanden sein, ohne daß sie auf der beschuppten Oberfläche zum Ausdruck kommen: denn die darin stehenden Duftschuppen sind so groß und so dicht aufeinander gepakt, daß sie die Vertiefung völlig ausfüllen (basaler Duftfleck von *Tithorea*, *Eutresis* und *Melinaea*).

2. Eine größere und bedeutendere Vertiefung von mehr oder weniger breiter ovaler Form, welche Haase (1888) als „Napf" und Schatz (1892) als „napfartige Mulde" bezeichnet, tritt bei einer Gruppe (*Ithomia*) in der Mitte des Haftfeldes auf. Sie kann, wenn man das Borstenbüschel beiseite schiebt, leicht mit unbewaffnetem Auge wahrgenommen werden, da ihr Grund dicht mit weißen Duftschuppen besetzt ist.

3. Rinnen entstehen, wenn sich zwischen Costa und Subcosta eine schmale Vertiefung bis in die Nähe des Grundes und des Außenrandes ausdehnt (*Pteronymia*, *Dircenna* und *Calloleria*). Selten ist der basale Teil breit, napfförmig und verengt sich zu einer schmalen Rinne, welche sich bis in die Nähe des Randes erstreckt (*Miraleria cymothoe*). Wo 2 Duftorgane vorhanden sind, kann jedes in einer schwachen, napfartigen Vertiefung liegen, wobei die äußere immer flacher ist und ganz fehlen kann (*Hypoleria*).

4. Falten bilden sich im äußern Teil des Flügels, wenn die Ränder der Vertiefung eine Strecke weit eng zusammenschließen. Nach dem Rande und dem Grunde hin wird die Vertiefung flacher und verschwindet vollständig (*Ceratinia*, Fig. B1, *Napeogenes*).

5. Die Rinne oder Falte beschränkt sich nicht nur auf das zwischen Costa und Subcosta gelegene Feld. Bei *Hymenitis*, Fig. G z. B., beginnt sie in diesem am Grunde des Flügels, erstreckt sich aber dann über den äußern Teil der Subcostalader hinweg über die zwischen dieser und der obern Radialader gelegene Zelle bis in die Nähe des Flügelrandes.

Bei *Heterosais nephele* (Fig. J) zieht die Vertiefung nicht mehr zwischen Costa und Subcosta hindurch, sondern beginnt flach im Discoidalfeld an der Stelle, an welcher das Büschel ihres Duftfeldes steht, vertieft sich, geht über die teilweise verkümmerte Discoidalader hinweg und setzt sich längs der Subcosta, von welcher sie in

ihrer Richtung abgelenkt wird, allmählich breiter und flacher werdend, nach dem Außenrand hin fort.

IV. Beschuppung des Hinterflügelhaftfeldes beim Weibchen.

Bevor wir auf die Art der Beschuppung des Haftfeldes bei dieser Familie näher eingehen, sei auf einige allgemeine Merkmale derselben hingewiesen, welche R. Schneider (1878) in folgender Weise zusammenfaßt: „Die Cellula suprema (das Haftfeld) der Hinterflügel zeigt die eigentümlichen asymmetrischen Schuppen bei Rhopaloceren schief genagelt, bei Heteroceren schief gerandet, die dann in symmetrische aber noch fortsatzlose Schuppen übergehen, welch letztere sich auf der Area basalis immer, auf der Area intima teilweise erhalten. diese gehen dann auf der Area media wieder in normale Schuppen über, die sich auf der Area limbalis völlig wie die der Vorderflügel stellen."

Die Asymmetrie ist dadurch bedingt, daß der untere Ausschnitt, der Sinus, nicht in der Mitte der beiden gleichmäßig entfalteten Hälften, sondern seitwärts liegt und dadurch ein Überwiegen der einen Seite zugleich nach außen und nach unten eintritt. Infolgedessen erscheint die Schuppe schief am Stiele sitzend; sie ist „schief genagelt". Die Schuppe kann mehr in die Breite oder mehr in die Länge entwickelt sein, indes ist bei Rhopaloceren im allgemeinen die Breitenentfaltung eine verhältnismäßig starke.

Die für die Rhopaloceren erwähnten Eigenschaften der Haftfeldbeschuppung gelten auch für die Neotropidenweibchen. Die Asymmetrie ist an den Schuppen des Hinterflügels am stärksten aus-

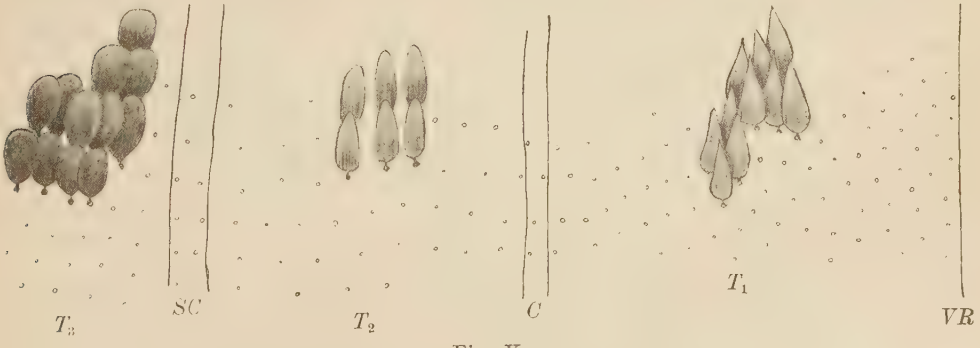


Fig. K.

Hinterflügelhaftfeld von *Dircenna abendrothi*. ♀.
VR Vorderrand des Flügels. *C* Costalader. *SC* Subcostalader.
T_1, T_2, T_3 Schuppen vom Typ 1, 2, 3.

geprägt, welche in der Nähe des Innenrandes und der Flügelbasis stehen (Typ 1, T_1 in Fig. K, L und M1). Sie haben mit Ausnahme weniger Formen, wo sich besonders längs der äußern Hälfte des Vorderrandes Schuppen finden, welche an die Randschuppen erinnern, fast überall an ihrem meist gerundeten Grunde die größte Seitenausdehnung und können einen Sinus aufweisen. Distalwärts verjüngt sich die Schuppenfläche und kann stumpf oder spitz enden (Fig. K u. L). Ihre seitliche Begrenzung ist meist konvex, selten auf der einen Seite konvex und auf der andern konkav (*Tithorea*) oder auf beiden Seiten ein Stück weit konkav. Der starke Stiel schnürt sich in der Nähe des basalen Endes meist ein zur Aufnahme des Haftbandes der Alveole. Im übrigen sind die Schuppen wie die normalen gebaut. Nach dem hintern und äußern Rand des Haftfeldes werden sie nach ihrem distalen Ende zu breiter und nähern sich zunächst einer ovalen Form (Typ 2, T_2 in Fig. K. u. L, ferner Fig. M2) und gehen schließlich, indem sie breiter werden, in eine nahezu kreisrunde über, um weiterhin ihre größte Breitenausdehnung, welche die Längsausdehnung überragen kann, in ihrer distalen Hälfte zu erlangen (Typ. 3, T_3 in Fig. K u. L; Fig. M3). Sie erreichen große Ähnlichkeit mit den Grundschuppen und gehen in jene über, indem sich der distale Rand kerbt und zwischen je 2 Schuppen dieser Art Deckschuppen auftreten, welche zunächst gewöhnlich noch einen gerundeten Rand haben, aber dann rasch ihre für die Art charakteristische Form annehmen.

Verfolgen wir die Schuppen des Haftfeldes von der Basis nach außen, so besitzen die unsymmetrischen Schuppen (Typ 1) am Grunde

Fig. L.
Hinterflügelhaftfeld von *Hymenitis gonussa var zygia*. ♀.
Zeichenerklärung wie Fig. K.

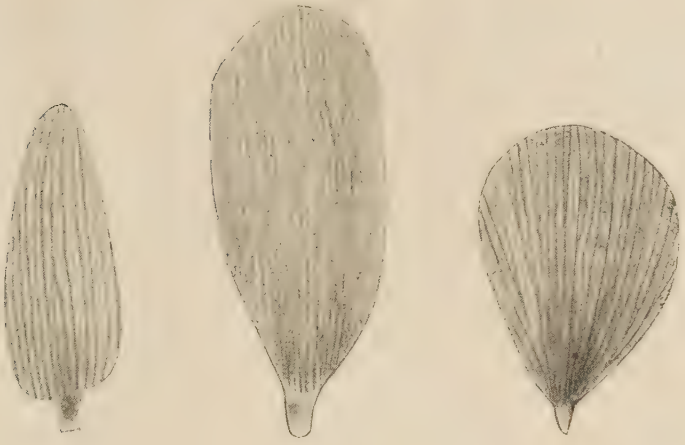


Fig. M.
Schuppenformen des Haftfeldes von *Hymenitis gonussa var. zygia.*
1. Typ 1. 2. Typ 2. 3. Typ 3.

des Flügels die größte seitliche Verbreitung. Sie umfassen das ganze zwischen der verschmolzenen Costa und Subcosta und dem Vorderrand gelegene Feld (Fig. C2 S. 11 u. G2 S. 19). Die runden Schuppen (Fig. C2 S. 11) beschränken sich dagegen meist auf einen schmalen Streif hinter der Subcosta. In demselben Maße, wie die seitliche Ausdehnung des Haftfeldes nach außen hin zunimmt, entfalten sich die breiten runden Schuppen vom Typ 3, wie auch die Übergangsformen (Typ 2). Sie begnügen sich bald nicht mehr mit dem Raum, der ihnen hinter der Subcosta geboten ist, sie überschreiten diese, drängen die spitzen Schuppen der ersten Zone mehr und mehr zurück und erreichen im äußern Teil des Flügels den Vorderrand. Wo die Verdrängung der Schuppen der ersten Zone stattfindet und in welchem Maße dies erfolgt, ist verschieden je nach der Art. Bei *Ithomia abendrothi* (Fig. C2 S. 11) reicht sie fast bis zum Ende der Costalader im Vorderrand, in andern Fällen (*Pteronymia tigranes*) endet sie schon in seiner basalen Hälfte. In den äußern Teilen tritt dann auch die 2. Zone zurück, ebenso die 3.; schließlich treten nur noch normale Grund- und Deckschuppen auf.

Wo die Flügel durchsichtig werden, hat dieser Prozeß, welcher nach Poulton (1898) die breiten Schuppen in Yförmige, die schmalen in einfache Haare umwandelt, die Deckschuppen in letztere.

die Grundschuppen dagegen in Yförmige Gebilde umgestaltet, was sich an den Übergängen von den Schuppen der undurchsichtigen Flügelstellen, wo Grund- und Deckschuppen meist auch schon verändert, aber noch erkennbar sind, feststellen läßt. Die Form der Schuppen wird dabei in den einzelnen Gruppen auf verschiedene Weise erreicht. Die gelben durchsichtigen Grundschuppen, welche bei *Tithorea* noch normal vorhanden sind, werden kleiner und krümmen sich bei *Melinaea* derart in der Mitte, daß ihr distaler Teil nahezu senkrecht zur Flügelfläche steht. Die gabelförmige Gestalt der Grundschuppen wird in verschiedener Weise erreicht. Bei *Eutresis* und *Aeria* bildet die Grundschuppe in der Mitte des äußern Randes einen Einschnitt, welcher tiefer wird und die kleiner werdende Schuppe bis zum Grunde teilt, wodurch der Eindruck erweckt wird, als stehen in einer Alveole zwei Schüppchen. Bei *Hymenitis* und den meisten übrigen Formen erhält die Schuppe dadurch, daß 2 Kerben, welche in der normalen Grundschuppe meist schon vorhanden sind, tiefer werden, 3 Fortsätze, von denen der mittlere mehr und mehr zurücktritt und schließlich völlig schwindet und die Yförmige Gestalt erreicht wird. Die Deckschuppen bilden sich in der Weise um, daß sie ihr distales Ende nach oben oder nach unten krümmen — letzteres ist der Fall, wenn sie lang sind — und schmäler werden, wobei, wenn mehrere Fortsätze vorhanden sind, gewöhnlich nur der mittlere erhalten bleibt und das distale Ende des Haares bildet.

Die Stellung der Haftfeldschuppen kann am besten dargetan

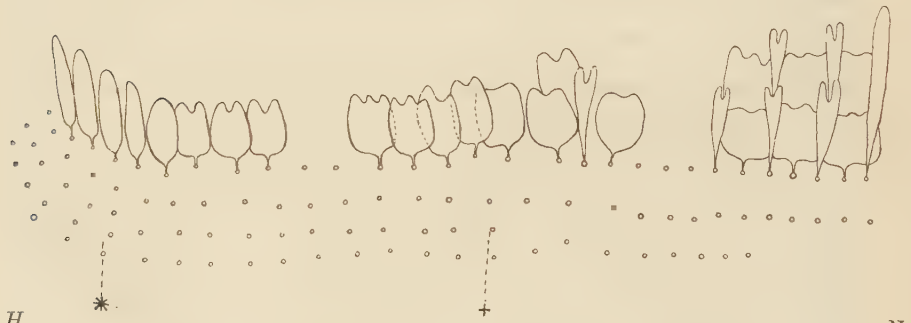


Fig. N.

Melinaea egina. ♂. Übergang der gewöhnlichen Flügelbeschuppung (*N*) zur Haftfeldbeschuppung (*H*).
+ neu auftretende Schuppenreihe. * Stelle, an welcher ein Zusammenrücken der Schuppenreihen erfolgt.

werden durch einen Vergleich mit der normalen Beschuppung des Flügels (*N* in Fig. N). Hier sind die Schuppen in gleichem seitlichen Abstand zu schwach nach dem Außenrand gewölbten und ungefähr parallel zu diesem verlaufenden Reihen angeordnet, in welchen Grund- und Deckschuppen in der Weise abwechseln, daß zwischen je 2 Grundschuppen eine Deckschuppe befestigt ist, welche jene an der Stelle, an welcher sie zusammenstoßen, überdeckt. An der Grenze der normalen Beschuppung nach dem Haftfeld (*H*) hin hören in den meisten Fällen die Deckschuppen auf oder sind nur noch vereinzelt vorhanden. Gleichzeitig wird der Abstand der übrigen Schuppen geringer; sie schließen dichter aneinander oder schieben sich teilweise übereinander (Mitte der Fig. N). An derselben Stelle rücken die bestehenden Reihen entweder näher zusammen (* in Fig. N) oder auseinander (+), und dazwischen tritt eine neue Reihe auf, womit eine dichtere Reihenfolge der Schuppen vom Typ 3 erzielt wird.

Innerhalb des Haftfeldes ändern die Reihen ihre Richtung, wobei sich jener Vorgang nach dem Vorderrand zu wiederholt, so daß nach jener Richtung hin die Stellung immer dichter wird. In der Nähe des Vorderrandes ist der Abstand der Schuppen nach allen Richtungen hin beinahe gleich, so daß sie sich nicht nur in eine, sondern häufig in mehrere Reihen einordnen lassen und schließlich, wie Spuler (1895) für Tagfalter und Spanner feststellt, „nicht in Querreihen, sondern dicht gedrängt je auf die Lücken angeordnet sind."

Anmerkung. Ich habe absichtlich die Zeichnung vom Haftfeld des Männchens beigezogen, weil der Übergang zur dichtern Haftfeldbeschuppung in derselben Weise wie beim Weibchen, aber viel schneller erfolgt, was den Vorteil bietet, daß sich die einzelnen Stadien des Überganges auf einem kleinern Raum darstellen lassen.

V. Beschuppung des Hinterflügelhaftfeldes beim Männchen.

a) Duftfelder oder -flecke.

1. Allgemeines.

Die Duftschuppen treten bei den Neotropiden nicht zerstreut unter den andern Schuppen auf, sondern es ist immer ein Teil der Beschuppung vollständig in solche umgewandelt, er bildet ein „Duftfeld" oder einen „Duftfleck". Die verschieden

gefärbten Duftflecke sind bei größerer Ausdehnung von freiem Auge leicht zu erkennen. Sie unterscheiden sich entweder nur ganz wenig von der Umgebung, wie bei *Methona*, *Thyridia* und *Tithorea*, wo das Duftfeld gegen das mattschwarze Haftfeld nur durch seine etwas hellere Farbentönung auffällt, oder aber seine Farbe ist so intensiv, daß es bei einiger Ausdehnung hervortritt und man es systematisch verwerten kann. Bei *Methona* ist am Grund des Flügels ein intensiv schwarzer, ovaler, etwas glänzender Duftfleck, der bei *Melinaea* durch seine Bronzefarbe auffällt, bei *Eutresis* dagegen wegen der gleichen Farbe mit dem glatten Haftfeld nur rauher und matter erscheint. In andern Fällen, besonders dort häufig, wo er in einer Vertiefung des Flügels liegt, sei dies nun in einem Napf oder in einer Falte, zeigt er eine leuchtend weiße Farbe, die bei Näpfen, wo die Schuppenstellung meist eine sehr dichte ist (*Ithomia* und *Miraleria*), besonders intensiv hervortritt. Liegt das weiße Duftfeld dagegen in einer schmalen Vertiefung, so ist es, besonders wenn sie geschlossen ist, mit unbewaffnetem Auge nur schwer, als ein schmaler, heller Streif wahrnehmbar, weshalb für die meisten hierher gehörigen Formen als besonderes Merkmal „Duftfleck nicht vorhanden" angegeben wird. Sind die Schuppen des Feldes dunkel, so ist es in der Falte von freiem Auge schwer erkennbar, selbst dort, wo das Haftfeld eine helle Farbe aufweist. Bei *Mechanitis*, *Scada* und *Pseudoscada* erhalten Costal- und Subcostalader durch die Duftschuppen ein mattes, dunkles, mehliges Aussehen im Gegensatz zu dem hellen, glatten Haftfeld.

Sind mehrere Duftfelder vorhanden, so können beide in der Farbe übereinstimmen, wie bei *Hymenitis* und *Heterosais*, und, wenn sie zusammentreten, den Eindruck erwecken, als sei ein einheitliches Feld vorhanden (*Hymenitis*). Aus der verschiedenen Form der Schuppen und der Zahl der Borstenbüschel läßt sich jedoch leicht feststellen, daß es sich hier um zwei Organe handelt. Häufiger sind die Duftfelder verschieden gefärbt. So hat *Dircenna klugii* im basalen breiten Teil der Falte ein graues bis braunes Duftfeld, an welches sich im äußern, schmälern Faltenabschnitt ein helles, graues bis weißes anschließt, *Hypoleria rhene* ein braunes, basales und ein weißes, äußeres. Bei *Tithorea* ist der basale Fleck, wie schon erwähnt, dunkel, das äußere Feld dagegen je nach der Art entweder schwarz oder hat nahezu dieselbe matte Färbung wie die Umgebung. Bei *Melinaea* steht die Bronzefarbe des basalen Feldes dem hellen Weiß des großen, äußern gegenüber, während *Eutresis*, die systematisch

in die Nähe dieser Gattungen gestellt wird, dagegen nur Unterschiede im Glanz zeigt, indem der basale Fleck matter ist als das große äußere Feld.

Größe, Gestalt und Ausdehnung der Duftflecke sind außerordentlich verschieden. Bis vor kurzem war nur der „ovale Duftfleck" bei einzelnen Arten bekannt. Er wurde vorzüglich dort systematisch verwertet, wo sich die Arten in dem Maße nachahmen, daß es selbst dem Kenner schwer wird, sie auseinander zu halten. So wird *Melinaea* leicht durch den „am Grunde des Flügels befindlichen ovalen, dunkeln Duftfleck", der *Mechanitis* fehlt, von dieser unterschieden. Die Ithomien sind von Schatz (1892) in eine Untergruppe mit und in eine ohne Duftfleck zerlegt worden, wobei sich dieser im ersten Fall immer durch seine Farbe und Größe auszeichnet. — Das größte Duftfeld von *Eutresis* und *Melinaea* ist das äußere, welches die ganze breite Fläche zwischen Costal- und Subcostalader einnimmt und sich über diese hinweg etwas nach hinten ausdehnt, während es sich bei *Tithorea* dagegen auf einen kleinern ovalen Fleck beschränkt, den die Subcostalader schneidet (Fig. A S. 8).

Wo eine Veränderung in der Beschaffenheit der Flügeloberfläche eingetreten ist, erstrecken sich die Falten und Näpfe meist nicht über die Duftfelder hinaus (*Ceratinia, Dircenna, Ithomia*).

Überall läßt sich eine enge Beziehung des Geäders zum Duftorgan feststellen. So finden sich auf den Adern oft Duftschuppen von eigentümlich löffelartiger Gestalt, während die anstoßenden Teile der Flügelfläche aus breiten, häufig eingerollten (*Mechanitis*, Taf. 1, Fig. 1) oder schmalen, spitzen (*Scada, Heteroscada*) Duftschuppen bestehen. Oder die Duftschuppen beschränken sich oft nur auf die Adern oder deren Nähe. So zieht bei *Leucothyris* je ein hellbrauner Duftstreif längs der Costa und Subcosta hin, und ein in der flachen Falte von *Heterosais* auftretendes Duftfeld erstreckt sich längs der Subcosta (*AD* in Fig. J, S. 21 und *D* in Fig. 5 b, Taf. 2). Bei *Hypoleria rhene* setzt sich das im Außenteil des Flügels gelegene, weiße Duftfeld an der Stelle, an welcher die Annäherung der Costalader an dasselbe am größten ist, über die Subcostale (*SC*) hinweg und zieht sich längs der Costale (*C*) basalwärts bis in die Nähe des innern Duftfeldes (*AD* in Fig. H, S. 21). Daß die Duftfelder immer vom Geäder eng umschlossen werden und dadurch eine günstige Ernährungsmöglichkeit für das Duftfeld gegeben ist, haben wir schon gesehen.

2. Duftschuppen.

Über Form und Größe der Duftschuppen geben die Figuren Aufschluß (Taf. 3 u. 4, Fig. 6—21). Sie sind alle bei ca. 250facher Vergrößerung gezeichnet mit Ausnahme der größten von *Tithorea* und *Melinaea*, die nur 150fach vergrößert sind. Außerordentliche Mannigfaltigkeit in Form und Größe prägt sich überall aus. Ein Vergleich der Duftschuppen von *Tithorea* und *Heterosais* (Taf. 3, Fig. 6a und Taf. 4, Fig. 20a) zeigt die bedeutenden Größenunterschiede, welche nicht nur in der Familie, sondern selbst beim einzelnen Tier in den Fällen hervortreten können, wo zwei Duftfelder vorhanden sind, wie ein Vergleich der größern Schuppen des basalen Duftfeldes von *Tithorea*, *Melinaea*, *Miraleria* (Taf. 3, Fig. 6a, 7a, 12a) und *Aeria* mit den kleinern des äußern Duftfeldes (Fig. 6b, 7b, 12b) oder der kleinern Schuppen des basalen Duftfeldes von *Heterosais* mit den größern des äußern zeigt (Taf. 4, Fig. 20a u. b). In andern Fällen beschränkt sich dieser Unterschied fast nur noch auf die Form und Struktur, wie der Vergleich der Duftschuppen von *Hymenitis gonussa var. zygia* (Taf. 4, Fig. 21a u. b) ergibt, oder die Schuppen beider Duftfelder, welche dann immer zwischen Costa und Subcosta liegen, sind gleich, wie z. B. bei *Episcada hymenaea*.

Die Duftschuppen der unveränderten Flügelfläche sind meist kleiner als die normalen Schuppen, die in Falten oder Rinnen ungefähr gleich groß, diejenigen der Näpfe dagegen immer außerordentlich viel größer. Innerhalb eines Duftfeldes variieren sie, abgesehen von den folgenden Ausnahmen, gewöhnlich wenig (vgl. die Figg. der Duftfelder Taf. 1 u. 2, Fig. 1—5). Bei Formen mit napfartiger Vertiefung und steiler Schuppenstellung (*Tithorea*, *Melinaea*) werden sie dagegen nach dem Rand der Ausbuchtung hin in dem Maße, in welchem die Tiefe derselben abnimmt, kürzer, und bei Duftfeldern, welche sich in Rinnen oder Falten finden, sind gewöhnlich die Schuppen des breiten, tiefen Außenteils größer und breiter als die der engen und flachen Basis (*Pteronymia dispar*), oder eine Randzone des Duftfeldes enthält Schuppen von etwas abweichender Form, wie bei *Ceratinea statilla*, wo diejenigen der Randzone (Taf. 4, Fig. 16a u. b) sich von den andern durch das Fehlen eines kleinen Einschnittes in der Spitze unterscheiden, oder bei *Ceratinea cantobrica*, welche dieselbe Form, welche die eben erwähnte Art in der Mitte des Duftfeldes aufweist, am Rande, und eine breitere, dreizackige Form im Innern desselben hat (Taf. 4, Fig. 17). *Pteronymia tigranes*

und die Mehrzahl der *Ceratinia*-Arten haben im schmälern, flachen, basalen Teil der Vertiefung, anschließend an die breiten Duftschuppen, kleinere, welche wohl als rückgebildete Duftschuppen aufzufassen sind, da sie in großen Alveolen stehen und unter ihnen sich ab und zu noch eine normale Duftschuppe findet (Taf. 3, Fig 15a, Taf. 4, Fig. 16a, 18a). Im Duftfeld von *Mechanitis*, *Scada* und *Heteroscada* (Taf. 1, Fig. 1) haben sich auf Costa und Subcosta ganz ungewöhnliche löffelförmige Duftschuppen gebildet mit knotiger Verdickung am Grunde (Taf. 3, Fig. 14b), die bewirkt, daß die Schuppe aufrecht steht.

Einzelne Gattungen haben in einem Duftfeld zuweilen übereinstimmende Schuppenform (*Tithorea*, *Melinaea*, *Eutresis*; *Thyridia* und *Methona*) (Taf. 3, Fig. 6a u. 7a); meist schwankt Form, Größe und Farbe selbst innerhalb der Gattung; zuweilen besteht noch Übereinstimmung in einem dieser Merkmale.

Die Schuppe ist fast immer unsymmetrisch gestaltet, was sich in der Form der Ein- bzw. Ausschnitte am distalen Ende (*Heterosais*, (Taf. 4, Fig. 20b, *Ithomia*, Taf. 3, Fig. 10), in der seitlichen Lage des Sinus, der ungleichen Ausbildung der Zungen (*z*) am Grund (*Hypoleria*, Taf. 4, Fig. 19a) und den verschiedenen seitlichen Konturen (*Mechanitis*, Taf. 3, Fig. 14a u. b, *Miraleria*, Taf. 3, Fig 12a) kundgibt. Die Schuppenfläche geht an ihrer Basis entweder allmählich in den Stiel über oder bleibt breit und bildet häufig einen Sinus. Der Grund der Schuppe kann dann gerundet sein, wie bei *Miraleria cymothoe* (Fig. 12b), oder sie bildet jederseits vom Sinus eine Zunge aus (*z* in Fig. 19a), welche beide bei aufgerichteten Schuppen zur Befestigung dadurch beitragen, daß sie, indem sie sich der Flügelmembran flach auflegen und den Schuppengrund in dieser flachen Lage halten, eine Knickung des dünnen, in einer nur schwach zur Flügelfläche geneigten Alveole sitzenden Stieles verhindern und so die lange Schuppenfläche zur Krümmung zwingen, wobei eine Knickung, die den Durchtritt des Secretes verhindern würde, nicht erfolgt, weil sich die Krümmung auf eine größere Fläche verteilt. Dieselbe Wirkung wie die Zungen hat bei der plattenförmigen Schuppe ohne Sinus von *Tithorea*, *Eutresis*, *Melinaea*, *Ithomia*, *Pseudoscada*, wo der Stiel auf ihrer Unterseite ein Stück weit distalwärts in die Fläche hineingerückt ist, der basalwärts von ihm gelegene Schuppenteil (Taf. 3, Fig. 6a, 7a, 10, 11).

Im Gegensatz zu den sehr fein gebauten Federbuschschuppen, wie sie z. B. bei den Heliconiden auftreten, bei den Neotropiden

aber fehlen, unterscheiden sich die Duftschuppen der letztern im Bau meist nur wenig von den gewöhnlichen Schuppen des Flügels. Die obere Platte derselben kann gleichmäßig aus feinen Höckerchen zusammengesetzt sein, welche sich so dicht aneinander anschließen, daß eine leichte Längs- und Querstreifung auf der Oberfläche zustande kommt, ohne daß Lamellen, wie wir sie bei gewöhnlichen Schuppen finden, erkennbar sind (Schuppen des äußern Duftfeldes von *Hypoleria rhene*, Taf. 4, Fig. 19b, *Heterosais nephele*, Fig. 20b). Treten einzelne Höckerreihen dieser Art deutlicher hervor, so entsteht die erste Andeutung einer Lamellierung, welche gewöhnlich in der Längsrichtung parallel über die Schuppenfläche hinzieht und nur selten, z. B. bei *Pseudoscada timna*, unregelmäßig verläuft, wo sie sich wie ein Netz über die Schuppenoberfläche ausbreitet (Fig. 11). Die Lamellen setzen sich aus kegelförmigen Höckerchen zusammen, welche nicht selten etwas in die Länge gezogen sind und mit ihrer Basis aneinanderstoßen (*Melinaea egina*, inneres Duftfeld Fig. 7a) und häufig so dicht aufeinander folgen, daß sie völlig miteinander verschmelzen und die Lamellen nur noch geringe Spuren einer Körnelung zeigen (Taf. 3, Fig. 13b). An der Duftschuppe des äußern Duftfeldes von *Hymenitis gonussa var. zygia* (Fig. 21b) ist am Grunde die schwammige Innenstruktur zu erkennen.

Die immer in sehr großen und runden Alveolen gut befestigten Duftschuppen, deren Stiel bei ihrer Herausnahme leicht abbricht, stehen gleichmäßig verteilt in mehr oder weniger regelmäßig verlaufenden Reihen (Taf. 1 u. 2, Fig. 1—5). Ihr Abstand verändert sich bei Größenunterschieden der Schuppen, steht aber nicht im gleichen Verhältnis zur Größe der Duftschuppen; infolgedessen stehen vielfach kleine Schuppen verhältnismäßig dünn, während sich große um so mehr aufrichten müssen, je länger sie sind.

Wenn zwei Duftfelder auf dem Flügel vorhanden sind, unterscheiden sich die Schuppen derselben sowohl in Form und Größe als auch in dem Abstand der Schuppenreihen. Bei *Dircenna klugii*, wo sich die Schuppen der beiden Felder in Ausdehnung und Gestalt wenig voneinander unterscheiden, erhält man die Stellung der Schuppen des äußern Feldes von der des am Grunde gelegenen in der Weise, daß man im basalen Duftfeld jede zweite Schuppenreihe ausfallen läßt, während bei *Mechanitis*, wo wir bei demselben Tier eine löffelförmige, am Grund knotig verdickte Form auf Costal- und Subcostalader haben und seitlich davon flache, leicht gebaute, fast durchweg aufgerollte Duftschuppen, trotz der außerordentlichen

Formverschiedenheit die Stellung beider Schuppenarten gleich ist (Taf. 1, Fig. 1). Jedoch nur in wenigen Fällen herrschen diese einfachen Beziehungen in der Stellung der Schuppen. Gewöhnlich läßt sich nur feststellen, daß die Duftschuppen in dem mehr basal gelegenen Felde dichter stehen als in dem distalen (*Hypoleria rhene*, Taf. 2, Fig. 4a u. b, *Heterosais nephele*, Taf. 2, Fig. 5a u. b).

Wir haben gesehen, daß die Weibchen durchweg ein übereinstimmendes Verhalten in der Form der Haftfeldschuppen und in der Art der Anordnung zeigen. Für die Ableitung der Duftschuppen ist es von Interesse, ob sich irgendwelche Beziehungen zwischen diesen beiden Schuppenarten finden. Bei der großen Formmannigfaltigkeit ist eine Übereinstimmung kaum zu erwarten; immerhin sind wir imstande, an Formen, bei welchen die Haftfeldbeschuppung im männlichen Geschlecht nur wenig oder gar nicht von der des Weibchens abweicht (*Tithorea*), an den Übergängen der Haftfeldschuppen zu den Duftschuppen festzustellen, in welcher Weise eine Umwandlung jener Schuppen in Duftschuppen erfolgt sein kann. Einige Übergangsstufen sind in Fig. O zur Darstellung gebracht.

Fig. O.

Übergangsformen von den Schuppen des Haftfeldes zu den Duftschuppen des basalen Duftfeldes von *Tithorea cuparina var. melanina*.

Die erste Schuppe entspricht in der Form noch der Haftfeldschuppe (Typ 2); ihr Stiel sitzt noch am Schuppenrand in einem Sinus. An der zweiten ist dieser noch gut vorhanden, allein die Ansatzstelle des Stieles ist etwas auf die Unterseite in die Fläche gerückt. Die Schuppe, wie sie Fig. O3 zeigt, nähert sich in Größe und Form schon stark der normalen Duftschuppe; ihr Stiel ist noch tiefer im Innern

der untern Schuppenfläche befestigt, der Sinus nur noch schwach angedeutet. Nimmt die Schuppe noch an Größe zu, so ist die Form der Duftschuppe erreicht (Taf. 3, Fig. 6a). Bei der Mehrzahl der Arten und Gattungen sind diese Übergänge nicht mehr vorhanden, weil die Beschuppung des Haftfeldes bis unmittelbar an die Duftfläche eine vom Weibchen abweichende Gestaltung erfahren hat. Nur am Grunde des Flügels sind zuweilen noch Reste der Schuppenform vorhanden, wie wir sie bei jenem finden, aber gewöhnlich reicht das Duftfeld nicht so weit basalwärts, daß sich die Duftschuppen unmittelbar an jene anschließen können.

Die Stellung bietet keine Anhaltspunkte für die Ableitung der Duftschuppen. Sie sind wohl in Reihen angeordnet, welche häufig einen ähnlichen Verlauf nehmen wie die der übrigen Schuppen des Männchenhaftfeldes, stehen aber nicht so gedrängt wie diese. Im Vergleich zum Verlauf der Schuppenreihen beim Weibchen an den entsprechenden Stellen folgen sie dagegen dichter.

Die Beschaffenheit der Duftfelder bei einer Anzahl der untersuchten Arten sei kurz zusammengestellt.

I. *Tithorea*, *Eutresis*, *Melinaea* haben zwei Duftorgane zwischen Costa und Subcosta; das basale besteht aus großen plattenförmigen, nicht keulenförmigen, wie Schatz (1892) angibt, Duftschuppen, die dicht in einer flachen Vertiefung stehen (Taf. 3, Fig. 6a u. 7a); das distale, welches einen größern oder kleinern Teil des zwischen Costa und Subcosta gelegenen Feldes einnimmt, ist aus sehr kleinen gerundeten oder spitzen Duftschuppen zusammengesetzt (Taf. 7, Fig. 6b u. 7b).

II. *Methona* und *Thyridia*. Ein aus langen, schmalen, spitzen, braunen Duftschuppen zusammengesetzter ovaler Duftfleck in der Mitte des Haftfeldes ist fast vollständig von Costal- und Subcostalader umschlossen.

III. *Leucothyris* hat gelbbraune Duftschuppen von derselben Form wie Gruppe II, aber von feinerm Bau, welche in einem schmalen Streif längs der Subcostalader stehen.

IV. a) *Pteronymia tigranes*. Die Duftschuppen stehen in einer Rinne und sind von derselben Form, wie die Haftfeldschuppen beim Weibchen (Taf. 3, Fig. 15b). Am Grunde des Duftfeldes stehen kleinere Schuppen, welche, wie aus der Größe der Alveolen zu schließen ist, wohl als Duftschuppen aufzufassen sind (Fig. 15a).

b) *Pteronymia antisao*, *P. dispar*. Die Duftschuppen von derselben Form wie *P. tigranes* spitzen sich im basalen Teil der Rinne zu.

V. a) *Ceratinia daeta*, *C. barii*, *C. callanga*, *C. ignorata*. Die weißen Duftschuppen sind in einer Falte und haben noch Ähnlichkeit mit der entsprechenden Form des Weibchens, verjüngen sich jedoch distal und enden stumpf.

b) *Ceratinia callispila* und *Callithomia hezia*. Die Falte ist gleich wie in Gruppe Va; die weißen Duftschuppen dagegen sind scharf zugespitzt.

c) *Ceratinia metella*, die weißen, an der Grenze des Feldes ganzrandigen Duftschuppen mit spitzen Zungen (Taf. 4, Fig. 16b) werden im Innern desselben zweizackig; bei *C. cantobrica* sind sie am Rand des Feldes zweizackig schmal wie bei *metella*, im Innern desselben drei- und vierzackig (Fig. 17).

d) *Ceratinia euryanassa* hat in einer schmalen Rinne zwischen Costa und Subcosta weiße, spatenförmige Duftschuppen in dichter Stellung.

VI. *Napeogenes pharo* und *N. tolosa* haben in einer Falte breite, braune Schuppen mit drei oder vier sehr langen, spitzen Fortsätzen von feinem Bau.

VII. *Pteronymia asellia*. Beginnende Differenzierung von zwei Schuppenformen: eine mehr spatenförmige im basalen, eine nahezu dreieckige im äußern Teil der Vertiefung, welche am Grunde besonders breit ist. Die Ausbildung von zwei Organen ist vollendet: *Dircenna dero*, *D. olyras var. relata*, *D. klugii* (Taf. 3, Fig. 13a u. b).

VIII. *Miraleria cymothoe*. Der basale Teil der Vertiefung ist zu einem Napf mit sehr langen, weißen, distal sich verjüngenden Schuppen mit schwachem Sinus erweitert. Daran schließt sich nach außen eine enge Rinne mit kleinen, weißen Schuppen mit schwachem Sinus (Tafel 3, Fig. 12a u. b).

IX. *Ithomia*. Der ovale Napf zwischen Costa und Subcosta ist mit großen, meist weißen Duftschuppen besetzt (Taf. 3, Fig. 10). *Pseudoscada timna* hat ähnlich geformte und gefärbte Schuppen in einer schmalen Rinne.

X. a) *Calloleria*. Eine breite Rinne im äußern Teil des Haftfeldes zwischen Costa und Subcosta ist mit braunen, wenig dicht stehenden, spatenförmigen Duftschuppen mit tiefem Sinus besetzt.

b) *Dircenna epidero*, *Episcada hymenaea* haben distal zugespitzte, wenig dicht stehende, braune Duftschuppen mit tiefem Sinus; erstere in einem, letztere in zwei zwischen Costa und Subcosta gelegenen Duftfeldern.

XI. Auf Costa und Subcosta stehen löffelförmige, am Grunde

knotig verdickte Duftschuppen (Taf. 3, Fig. 14b), außerdem in einer Rinne zwischen beiden Adern flache, bei *Heteroscada gazoria*, *Scada teaphia* und *Mechanitis methone* weiße, schmale und spitze, bei *Mechanitis jurimaguensis* und *Mechanitis elisa* braune, ovale, häufig eingerollte Duftschuppen (Fig. 14a), welche sich in einem schmalen Streif durch die löffelförmigen Schuppen getrennt längs der Costal- und Subcostalader, auch außerhalb derselben in einer schmalen Reihe erstrecken können (Taf. 1, Fig. 1).

XII. *Aeria olena* hat zwei getrennte Duftfelder, ein basales, ovales zwischen Costa und Subcosta, das sich aus sehr großen, breiten, dicht aufeinandergepackten, plattenförmigen Duftschuppen zusammensetzt, und ein zwischen Subcosta und oberer Radialader gelegenes, aus feinen, haarförmigen Schuppen bestehend, welche sich fast nur durch ihre etwas hellere Farbe von den benachbarten des Haftfeldes unterscheiden.

XIII. *Hymenitis gonussa var. zygia.* In einer Rinne, welche zwischen Costa und Subcosta in der Nähe des Flügelgrundes beginnt und sich, tiefer werdend, über die obere Discoidalader hinweg und das außerhalb von ihr gelegene Feld bis in die Nähe des Flügelrandes erstreckt, befinden sich zwei Duftfelder, die sich eng aneinander anschließen, ein basales, zwischen Costa und Subcosta aus breitern, nach beiden Enden hin sich gleichmäßig verjüngenden, weißen Duftschuppen bestehendes (Taf. 4, Fig. 21a u. Taf. 1, Fig. 3) und ein zwischen Subcosta und oberer Radialader gelegenes, distales, aus weißen, schmalen, sich nach dem Grunde mehr als nach dem distalen Ende hin verjüngenden Duftschuppen zusammengesetztes Feld (Taf. 4, Fig. 21b).

Hymenitis andromica hat dieselbe Schuppenform wie *H. gonussa*, die des schmalen, basalen Duftfeldes sind aber bedeutend kleiner als die des äußern.

XIV. *Hypoleria rhene* hat zwei Duftfelder, ein basales, braunes, das sich in einer schwachen, napfartigen Vertiefung findet und aus langen, schmalen, steil und dicht stehenden, in ihrem obern Teil etwas nach unten umgebogenen, braunen Duftschuppen besteht (Taf. 3, Fig. 19a u. Taf. 2, Fig. 4 a), und ein zwischen oberer und unterer Radialader gelegenes, weißes, aus weniger dicht stehenden, schmalen Schuppen zusammengesetztes (Taf. 4, Fig. 19b u. Taf. 2, Fig. 4b), das sich längs der Costalader bis in die Nähe des braunen Duftfeldes erstreckt (Fig. H, S. 21).

XV. *Heterosais nephele* hat zwischen Costa und Subcosta in

flacher Vertiefung kleine weiße (Taf. 2, Fig. 5a u. Taf. 4, Fig. 20a) und zwischen Subcosta und unterer Radialader, besonders längs der erstern, teils symmetrische, teils unsymmetrische, weiße Duftschuppen (Taf. 2, Fig. 5b u. Taf. 4, Fig. 20b).

b) Borstenbüschel.

Die auffälligen, immer einen größern Teil des Haftfeldes deckenden Borstenbüschel, welche ein besonderes Merkmal des Männchens bilden und deshalb für die Geschlechtsbestimmung verwertet werden, zeigen gewöhnlich dieselbe matte, braune, gelbe, graue oder schwarze Farbe wie die umgebende Haftfeldbeschuppung. Sie sind der Zahl der Duftfelder entsprechend einzeln oder zu zweien vorhanden und richten sich auch in der Ausdehnung nach ihnen, so daß von Büscheln, die in der Zweizahl auftreten, das basale mit wenigen Ausnahmen — *Eutresis* und *Melinaea*, welche das entgegengesetzte Verhalten zeigen — größer ist als das andere, und diejenigen, welche einzeln auf dem Haftfelde auftreten, jene an Größe übertreffen. Jedes Duftbüschel deckt nur das dazugehörige Duftfeld, selten noch einen Teil eines andern, so bei *Hypoleria rhene* (S. 623, Fig. H), wo das basale Büschel noch einen von dem äußern, hinter der Subcosta (*SC*) gelegenen Duftfeld (*AD*) längs der Costalader (*C*) basalwärts bis in die Nähe des andern Feldes (*BD*) ziehenden, zum äußern Duftfeld gehörigen Streif deckt.

Der Pinsel setzt sich aus dicken, langen Chitinborsten zusammen, die nach ihrem basalen Ende hin schmäler werden und am Grunde durch eine ringförmige Abschnürung ein kugliges Endstück abgliedern, mit welchem sie in den sehr großen, kugligen Alveolen festsitzen (*B* in Fig. 2, 3, 4a u. 5a Taf. 1 u. 2). Während letztere aber bei den Normalschuppen flach in den Flügel hineingehen, sind sie hier im Zusammenhang mit der steilen Stellung der Borsten mehr aufgerichtet und stehen wenig dicht gewöhnlich 3—8 nebeneinander zwischen die der andern Schuppen eingestreut, am Hinterrand des Duftfeldes, wobei sie in der Richtung des Aderverlaufes nicht so dicht aufeinander folgen wie in der dazu senkrechten. Sie sind schräg nach vorn und außen gerichtet und können aufgerichtet werden. Da sie zudem sehr lang und stark sind, bedürfen sie eines guten Haltes auf dem Flügel und stehen deshalb auf der Subcostalader oder hinter derselben, wenn das Duftfeld zwischen Costa und Subcosta liegt, oder in der Nähe der obern bzw. mittlern Discoidal-

ader, wenn es sich zwischen Subcosta und oberer bzw. unterer Radialader befindet.

Ist das Duftfeld in einer Vertiefung, so legen sich die Borsten zum Teil in diese hinein unmittelbar auf die Duftschuppen und werden häufig in den äußern Regionen des Flügels durch die Faltenränder festgehalten; ein anderer Teil des Büschels legt sich schützend auf die Falte.

Bei einigen *Thyridia*- und *Methona*-Arten ist das Duftorgan auch auf das Weibchen übertragen worden, so nach Fritz Müller (1881) bei *Thyridia megisto*; jedoch sind die Büschel viel kleiner, und der Duft ist beim Weibchen nicht so stark wie beim Männchen.

c) Die übrigen Schuppen des Haftfeldes.

Die Schuppen des Haftfeldes sind beim Männchen fast durchweg verändert, sowohl in Gestalt wie in Stellung. Sie sind sehr schmal, meist nadelförmig geworden und stehen dichter. Nur bei wenigen Formen, welche auch im Geäder im männlichen und weiblichen Geschlecht keine oder nur geringe Abweichungen aufweisen, stimmen beide in der Art der Beschuppung des Haftfeldes überein, mit Ausnahme der Teile, welche in Borsten und Duftschuppen umgewandelt sind (*Tithorea*, *Eutresis*, *Melinaea*). Eigentümlich ist hier bei Männchen wie Weibchen der Umstand, daß sowohl im hintern Teil des Haftfeldes wie auch im äußern innerhalb der breiten, runden Schuppen vom Typ 3, welcher auf demselben die größte Verbreitung hat, Differenzierung in Grund- und Deckschuppen eingetreten ist. Anfänglich sind beide Schuppenarten noch gleich in ihrer Gestalt, soweit sie auf das Haftfeld entfallen; an seiner Grenze dagegen strecken sie sich; sie überragen die Grundschuppen und werden keulenförmig. Die schmalen und spitzen Formen der Typen 1 und 2 nehmen am Grunde den größten Teil der Breite des Haftfeldes ein, werden aber dann rasch von Typ 3 und den andern Schuppenarten nach dem Vorderrand hin zurückgedrängt. Nur am Rande des Flügels bleiben sie in einem schmalen Streif noch etwas länger erhalten.

Bei den andern untersuchten Gattungen hat die Beschuppung des Haftfeldes im Vergleich zu der des Weibchens eine durchgreifende Änderung erfahren. Die Schuppen sind schmal, lang und spitz geworden und nehmen eine dichtere Stellung ein (Taf. 1 u. 2, Fig. 1—5). Das äußert sich im Aussehen des Haftfeldes. Während es schon beim Weibchen wohl etwas heller gefärbt ist als die übrigen

Teile des Flügels, blaßt die Farbe beim Männchen noch mehr ab; außerdem erscheint die Fläche glatter und zeigt oft einen schwachen, seidenartigen Glanz. Die Erscheinung tritt um so deutlicher hervor, je feiner die Schuppen werden. Haben sie hierin die höchste Stufe erreicht, so decken sie die Flügelmembran nicht mehr vollständig, wodurch die glatte, glänzende Oberfläche derselben in der Lichtwirkung neben den Schuppen zur Geltung kommen kann.

Der Prozeß, welcher diese Gestaltung der Beschuppung des Haftfeldes zur Folge hat, ist nicht bei allen Gattungen in gleichem Maße vorgeschritten und zum Abschluß gekommen. Auch wird keineswegs das ganze Haftfeld in gleicher Weise davon betroffen, daß etwa alle Teile des Haftfeldes bei einer Gattung dieselbe Schuppenform aufweisen, sondern die Umwandlung ist immer in der Umgebung des Duftorgans am weitesten fortgeschritten, und aus der Form eines Teiles der Schuppen im Haftfeld des Männchens ist noch zu ersehen, daß dieser Umwandlungsprozeß von der Art der Beschuppung ausgeht, wie wir sie beim Weibchen festgestellt haben, denn ganz am Grunde und am hintern Rand des Männchenhaftfeldes ist in den meisten Fällen noch dieselbe Schuppenform vorhanden, wie wir sie beim Weibchen an der entsprechenden Flügelstelle finden.

Im Folgenden seien die wichtigsten Stufen der Umwandlung an einigen Beispielen besprochen.

Bei *Methona confusa* hat der Umbildungsprozeß gerade begonnen. Die Schuppen in der Nähe des Duftfeldes sind etwas schmäler und spitzer geworden, aber sie weisen noch fast vollständig die Merkmale der Schuppenformen des Weibchens auf, deren Stelle sie einnehmen. Die Umwandlung hat in geringem Maße nur die Schuppen der Typen 1 u. 2 erfaßt, von denen die letztern immer noch eine Wölbung nach den Seiten in ihren Konturen zeigen, während die unsymmetrischen, vom Typ 1 etwas schmäler sind und sich schärfer zuspitzen. Die übrigen Teile der Haftfeldbeschuppung zeigen dasselbe Verhalten wie beim Weibchen.

Eine weitere Stufe der Entwicklung wird bei *Thyridia psidii* erreicht, wo schon ein größerer Teil der Beschuppung verändert ist. Längs des Duftfeldrandes zieht sich ein Streifen schmaler, langer, spitzer Schuppen, welche in der Form keine Merkmale mit den ursprünglichen mehr aufweisen und die, je entfernter sie vom Duftfleck sind, in Schuppen übergehen, welche noch einige ursprüngliche Merkmale haben. Typ 1 und 3 lassen sich noch deutlich erkennen,

sind aber, soweit sie sich seitlich von dem Duftfeld finden, durchweg zugespitzt. Da sich dieses bis in die Nähe des Flügelgrundes und des Hinterrandes des Haftfeldes ausdehnt, sind die Schuppen auch dort verändert, während sie im äußern Teil desselben dagegen noch wie beim Weibchen vorhanden sind.

Bei *Ithomia abendrothi* ist nahezu der höchste Grad der Umbildung erreicht. Sie ist im äußersten Teil des Haftfeldes so weit vorgeschritten, daß hier dieselbe Stufe erreicht wird wie in der nächsten Umgebung der Duftschuppen bei der zuvor erwähnten Art. Auch basalwärts ist die Umbildung bis in die Nähe des Flügelgrundes vor sich gegangen, wobei die in der Umgebung des Duftfeldes äußerst zarten und außerordentlich dicht stehenden Schuppen nach dem Flügelgrunde hin nur wenig breiter sind als die übrigen, so daß auf dem größten Teil des Haftfeldes eine gleichmäßige Beschuppung vorhanden ist. Auf den Adern und längs des Innenrandes bleibt sie gewöhnlich etwas stärker. Daß *Ithomia abendrothi* auf der Costalader besonders starke Schuppen trägt (*C* in Fig. 2), hängt wohl damit zusammen, daß sie die eigentliche Funktion des Haftfeldes, während des Fluges einen möglichst innigen Kontakt mit dem Vorderflügel herbeizuführen, verrichtet.

Da es sich hier fast ausschließlich um Glasflügler handelt, ist der Hinterrand des Haftfeldes besonders interessant, weil dieselbe Schuppenart durch zwei Prozesse in verschiedener Weise umgewandelt wurde. Der eine, der eben besprochene, steht im Zusammenhang mit dem Duftorgan und geht von diesem aus; er führt die Schuppen in feine haar- oder nadelförmige über; der andere bewirkt die Durchsichtigkeit; er erfaßt die regelmäßige Flügelbeschuppung und wandelt die Deckschuppen in einfache, meist nach oben gewölbte, die Grundschuppen dagegen in kleine, Y-förmige Haare um, welche gewöhnlich aufgerichtet sind. Bei den in Frage stehenden Arten hat dieser Prozeß den hintern Rand des Haftfeldes erfaßt, der ursprünglich aus breiten, runden Schuppen vom Typ 3 besteht, welche, wie wir bei der Besprechung des Haftfeldes beim Weibchen gesehen haben, in der Form mit den Grundschuppen nahezu übereinstimmen und dort diese beiden Schuppenarten in gleicher Weise in Yförmige Haare umgewandelt hat. Demgemäß finden wir am Hinterrand des Haftfeldes drei Zonen mit verschiedener Art der Beschuppung.

Der vorderste Teil besteht aus feinen, spitzen Härchen und ist vom Duftorgan aus umgewandelt.

Der mittlere ist fast ausschließlich aus Yförmigen, nach oben gekrümmten Haaren zusammengesetzt.

Die anschließende Zone enthält Reihen, in denen Yförmige (Grundschuppen) mit einfachen Haaren (Deckschuppen) abwechseln.

VI. Das Haftfeld des Vorderflügels.

a) beim Weibchen.

In dem längs des Innenrandes sich erstreckenden Haftfeld der Vorderflügelunterseite liegen die Verhältnisse im weiblichen Geschlecht wie in jenem des Hinterflügels. Wir haben auch hier längs des Flügelrandes die mit oder ohne Sinus ausgestatteten, nach dem distalen Ende hin sich verjüngenden Schuppen vom Typ 1 (T_1 in Fig P u. Q), welche gerade so wie auf dem Hinterflügel an der Flügelbasis den größten Teil des Haftfeldes einnehmen und nach außen hin von den folgenden Typen verdrängt werden. An diese

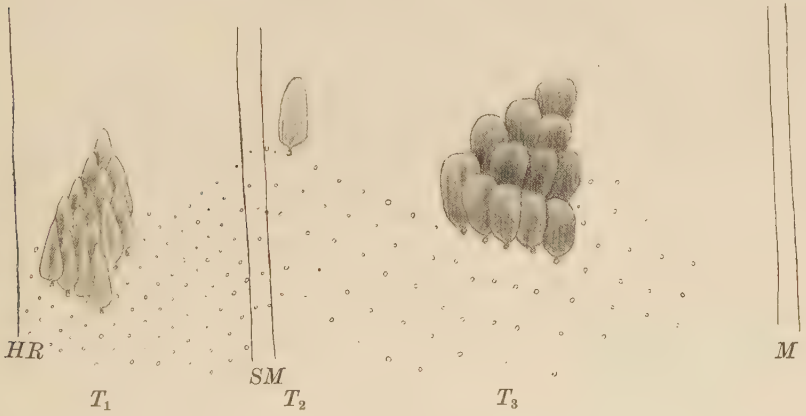


Fig. P.

Vorderflügelhaftfeld von *Ithomia abendrothi*. ♀.
HR Hinterrand des Flügels. *SM* Submedianander. *M* Medianader.
T_1, T_2, T_3 Schuppen vom Typ 1, 2, 3.

Form schließt sich nach vorn die mehr ovale Gestalt des Typ 2, welcher den Übergang des Typ 1 nach Typ 3 vermittelt (T_2 u. T_3 in Fig. P u. Q), der fast die ganze übrig bleibende, bis zur Medianader oder in ihre Nähe reichende Fläche einnimmt. In der Nähe des Flügelgrundes bleibt ihm neben Typ 1 nur wenig Raum, dagegen fällt ihm im äußern Teil des Flügels fast die ganze Breite

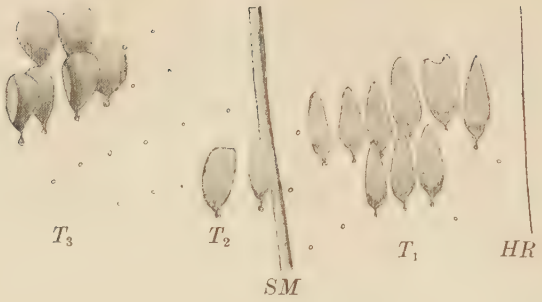


Fig. Q.
Vorderflügelhaftfeld von *Hymenitis gonussa var. zygia.* ♀.
Bezeichnung wie Fig. P.

des Haftfeldes zu. Nach vorn geht er dadurch, daß der bisher ganze distale Rand der Schuppe gekerbt oder gezackt wird, in die Form der Grundschuppen über, und zwischen je zwei derselben treten dann weiterhin länger gestaltete Deckschuppen auf.

b) beim Männchen.

Beim Männchen verhält sich das Haftfeld des Vorderflügels, abgesehen davon, daß es weder Duftfeld noch Duftbüschel aufweist, geradeso wie das des Hinterflügels. Nur zu den Teilen, welche über das Duftorgan zu liegen kommen, sind Ergänzungen zu machen.

Bei *Tithorea*, *Melinaea* und *Eutresis*, welche ihre Schuppen in der ursprünglichen Form bewahrt haben, ist über dem Büschel des basal gelegenen Duftorgans eine schuppenfreie, glänzende Stelle entstanden, in deren Umgebung die Schuppen dünner stehen und sehr schmal geworden sind Schneidet die Submedianader diesen Fleck, so erstrecken sich die Schuppen längs derselben ganz oder teilweise in jenen hinein und können ihn teilen. Bei *Eutresis* und *Melinaea* beschränkt er sich nur auf den vor der Medianader gelegenen Teil.

Auch auf dem Vorderflügel vollzieht sich beim größten Teil der Neotropiden jener Umwandlungsprozeß, den wir schon auf dem Hinterflügel verfolgt haben, nur setzt er dort etwas früher ein als auf diesem.

Bei *Methona confusa* sind alle drei Schuppenarten an den Stellen, die über dem Duftorgan liegen, lang und spitz geworden, während sie im basalen und äußern Teil des Flügels dagegen nicht oder nur wenig abgeändert sind.

Bei *Thyridia psidii* reichen die schärfer zugespitzten Formen schon bis in die Nähe des Grundes und dehnen sich auch nach dem Außenrande hin weiter aus.

Ithomia abendrothi zeigt Verhältnisse, wie sie in Fig. R zur Darstellung gebracht sind. Die Schuppen sind auch hier durchweg schmäler und spitzer als beim Weibchen, aber nicht in allen Teilen des Haftfeldes in derselben Weise verändert. Wir finden am Hinterrand (*HR*) und in der Mitte desselben breitere Schuppen (*1* u. *3*), während der Rest (*2* u. *4*) aus sehr feinen, nadelförmigen besteht; auch auf dem Hinterflügel finden sich längs des Randes, wahrscheinlich zum Schutze desselben, fast immer größere Schuppen. Wie er-

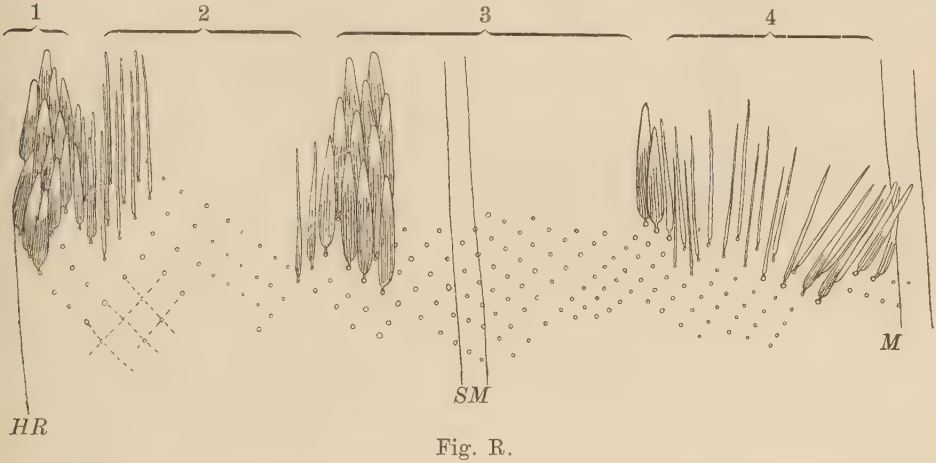


Fig. R.

Vorderflügelhaftfeld von *Ithomia abendrothi*. ♂.
HR Hinter- oder Innenrand des Flügels. *SM* Submedianader. *M* Medianader. *1* u. *3* Rand- und Mittelzone aus stärkern und größern Schuppen bestehend. *2* u. *4* Zonen der gewöhnlichen schmalen und spitzen Haftfeldschuppen des ♂.

klärt sich aber die Insel breiter Schuppen (*3*) auf dem Vorderflügelhaftfeld, welche völlig von den feinen nadelförmigen (*2* u. *4*) umgeben ist? Betrachtet man die entsprechenden Stellen des Hinterflügelhaftfeldes, so ergibt sich, daß jene Zone stärkerer und größerer Schuppen über das Büschel des Hinterflügels zu liegen kommt, welches sich fast völlig in den hier vorhandenen Napf legt. Die Zone der feinen Schuppen, welche die der breiten umgibt, kommt dagegen auf den Rand des Napfes und die benachbarten feinbeschuppten Teile des Hinterflügelhaftfeldes zu liegen. Daraus ergibt sich, daß die Umwandlung über dem Rand des Duftfeldes

rascher erfolgt als in den andern Teilen, das Vorderflügelhaftfeld verhält sich also gleich wie das des Hinterflügels.

Im weitern Verlauf der Umbildung werden die noch stärkern Schuppen feiner. Die über dem Haarbüschel befindlichen bleiben meist etwas breiter als die über dem Rand des Duftfeldes; ebenso sind die in der Nähe des Flügelrandes vorhandenen fast immer stärker als die übrigen (*Hymenitis gonussa var. zygia*, Fig. S).

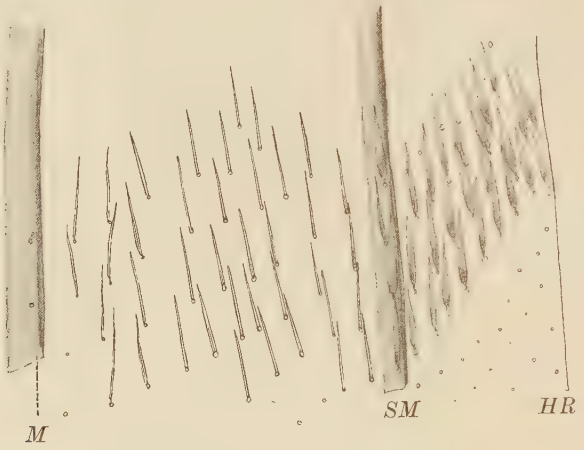


Fig. S.
Vorderflügelhaftfeld von *Hymenitis gonussa var. zygia*. ♂.
Bezeichnung wie Fig. R.

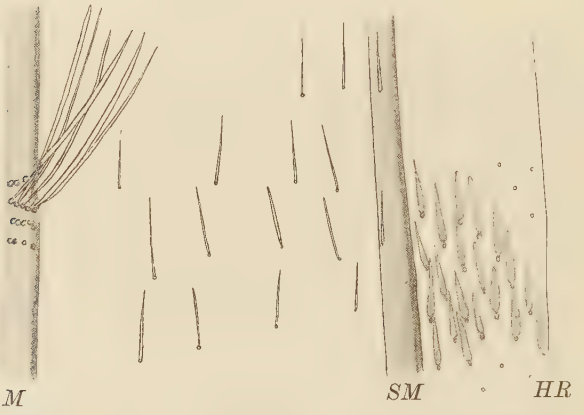


Fig. T.
Vorderflügelhaftfeld von *Heterosais nephele*. ♂.
Bezeichnung wie Fig. R.

Bei *Heterosais* und *Dircenna* wird die Stellung der in der Umgebung des Duftfeldes äußerst fein und fadenförmig werdenden Schuppen viel dünner (Fig. T), und in den übrigen Teilen des Haftfeldes wird schließlich eine nahezu gleichmäßige feine Beschuppung erzielt.

Duftschuppen sind auf dem Haftfeld der Vorderflügel entgegen der Angabe von Schatz (1892), welcher diese feinen Schuppen für Duftschuppen hält, nicht vorhanden (vgl. S. 46).

VII. **Funktion des Duftorgans.**

Über die Art und Weise, wie sich die einzelnen Teile zum Gesamtorgan zusammensetzen, gibt der nach der Beschaffenheit der Flügelflächen konstruierte schematische Querschnitt durch die beiden Flügel in Flugstellung Aufschluß (Fig. U). Der Hinterflügel (*H*) enthält zwischen Costa (*C*) und Subcosta (*SC*) eine napfförmige Auswölbung nach unten, in welcher die großen, plattenförmigen Duftschuppen steil und dicht gepackt stehen. Unmittelbar hinter der Subcosta (*SC*) befindet sich das Borstenbüschel (*B*) (im Schnitt angedeutet durch eine in die Schnittebene projizierte Borste), welches schräg nach außen und vorn gerichtet ist und vom Vorderflügel derart auf das Duftfeld gedrückt wird, daß es dieses völlig deckt. Jener legt sich dabei in der Weise auf den Hinterflügel, daß die Submedia (*SM*) des erstern vor oder hinter die Subcostalader des letztern zu liegen kommt und der Vorderrand des Hinterflügels sich unmittelbar an die Medianader des Vorderflügels anschließt. Die Flügel liegen während des Fluges sehr dicht aufeinander, was sich in den Eindrücken des Vorderflügels über der Subcosta und der Costa des Hinterflügels kundgibt.

Fig. U.

Schematischer Querschnitt durch Vorder- und Hinterflügel, um zu zeigen, in welcher Weise beide den Abschluß des Duftorgans herbeiführen. *D* Duftschuppen. *B* Borste. Sonstige Bezeichnung wie Fig. A.

In welcher Weise wirkt diese Einrichtung als Duftorgan? Die unter den Duftschuppen gelegenen Zellen drüsiger Natur, die Illig (1902) und Freiling (1909) nachgewiesen haben, sondern das Duftsecret ab, welches durch den Stiel in das Innere der Schuppe und durch feine Poren an die Oberfläche derselben tritt. Die durch den Vorderflügel auf das Duftfeld gedrückten Borsten nehmen das Secret zwischen sich auf und sammeln es an. Das ganze Organ wird während des Fluges durch die glatten und fein beschuppten Flächen des Haftfeldes dicht abgeschlossen, so daß trotz des Luftzuges, welcher durch den Flug für das Tier entsteht, kein oder nur ein äußerst geringer Secretverbrauch stattfindet. Der Abschluß erfolgt nach hinten durch die Borsten und den Hinterrand des Vorderflügels, nach vorn dadurch, daß sich der Innenrand des Hinterflügels dicht hinter die Medianader (*M*) des Vorderflügels legt und von deren langen, haarförmigen, nach hinten gerichteten Schuppen umfaßt wird (Fig. T, *Heterosais nephele*).

Die Haftfeldflächen werden durch die sehr feinen, dünnen, nadelförmigen Schuppen glatt und bewirken wie zwei polierte, gut aufeinanderpassende Flächen einen vollkommenern Abschluß, eine Funktion, die auch Fritz Müller annimmt und die schon daraus hervorgeht, daß die Schuppen besonders dort, wo Näpfe und Rinnen auftreten, immer in der sich unmittelbar an das Duftfeld anschließenden Zone und der ihr auf dem Vorderflügel entsprechenden, fein ausgebildet sind, während auf dem letztern die der Vertiefung mit dem Duftfeld entsprechende Fläche gröbere Schuppen aufweist (Fig. R). Haase bezeichnet diese Komplexe als „Reibfelder“ und meint, daß sie durch Reiben auf den Duftflächen den Austritt des Secrets bewirken, eine Annahme, welche hier völlig ausgeschlossen ist, da diese Schuppen mit den Duftschuppen gar nicht in Berührung kommen, weil diese in Vertiefungen liegen; vielmehr glaube ich, daß es sich hier um Schuppen handelt, welche sich, da sie für die Abschlußfunktion weniger in Betracht kommen, nicht in dem Grade an diese angepaßt haben wie die das Duftfeld umgebenden. Für eine Funktion als Duftschuppen, welche Schatz annimmt, kommen diese Schuppen nicht in Betracht, weil ihre Alveolen relativ klein sind, während diejenigen der Duftschuppen, selbst der kleinsten, sich gerade durch ihre Größe auszeichnen.

In der Ruhe können die meist schmalen Vorder- und Hinterflügel dieselbe Lage zueinander bewahren wie während des Fluges; dann bleibt natürlich das Duftorgan in derselben Weise abge-

schlossen, oder der Hinterflügel wird neben den Vorderflügel nach vorn geschoben, so daß das Duftorgan zwischen beide zu liegen kommt. Es ist also auch in dieser Stellung nach außen abgeschlossen, wenn auch nicht so vollständig wie in der Flugstellung. Das ist auch nicht in so hohem Grade notwendig, weil während der Ruhe die Berührung mit der Luft in gleicher Zeit keine so intensive ist wie während des Fluges.

Die Entfaltung des Duftorgans erfolgt in der Weise, daß der Vorderflügel nach vorn, der Hinterflügel nach hinten gerückt wird. Sobald die Borsten frei werden, richten sie sich auf und stehen dann nahezu senkrecht zur Flügeloberfläche längs der Subcostalader. Bei aufgeweichten Stücken kann man sie leicht mit der Nadel in diese Stellung bringen. Während die Borsten in der Ruhelage dicht nebeneinander lagen und mit Secret befeuchtet wurden, berühren sie sich im aufgerichteten Zustande gar nicht oder nur wenig, so daß die Luft zwischen ihnen hindurchstreichen kann, wodurch eine intensive Verdunstung ermöglicht wird. Außerdem wird die Oberfläche des Duftfleckes durch das Aufrichten der Borsten frei, wodurch das Organ mit einer möglichst großen Fläche mit der Luft in Berührung gerät. In ähnlicher Weise wirken Organe, deren Duftfelder sich in einer napfartigen Vertiefung oder in einer Rinne befinden. Der Borstenbusch legt sich im Ruhezustand größtenteils in diese und gelangt so nicht nur auf seiner Unterseite, sondern auch seitlich mit den Duftschuppen in Berührung. Ein Teil des Büschels, welcher sich über den Napf legt, trägt zum bessern Abschluß bei. Die Entfaltung erfolgt in der schon erwähnten Weise.

Bei Formen, welche die Duftflecke und die Enden der Borsten in Falten bergen, sammelt sich das Secret in diesen an, wobei es durch den Zusammenschluß der Ränder natürlich noch mehr vor Verdunstung geschützt ist als in den oben besprochenen Fällen, und da eine Anzahl von den mit Secret behafteten Borsten durch den äußern Teil der Falte festgehalten wird, muß sich diese bei der Entfaltung des Organs erst erweitern und glätten, ehe sich jene aufrichten können. Wenn das Organ wieder in Ruhestellung zurückkehrt, legen sich die Haarbüschel in die mehr oder weniger geglättete Falte, worauf sie sich wieder schließt und vom Vorderflügel gedeckt wird.

VIII. **Funktion des Haftfeldes.**

Da sich das Haftfeld in so hohem Grade der Funktion des Duftorgans angepaßt hat, erhebt sich die Frage, in welcher Weise

es seiner eigentlichen Aufgabe, einen möglichst innigen Verband und ein gutes Zusammenwirken von Vorder- und Hinterflügel während des Fluges herbeizuführen, gerecht wird. Die Haftwirkung kommt durch den gegenseitigen Druck der Flügel in der Weise zustande, daß bei einem Schlag derselben nach unten der Vorderflügel durch seine Muskeln stärker in dieser Richtung als der Hinterflügel gezogen wird, während dieser beim Flügelschlag nach oben eine stärkere Muskelwirkung erfährt als jener. Sie erfolgt hauptsächlich auf die Adern; deshalb kommen diese während des Fluges aufeinander oder nahe zusammenzuliegen, gewöhnlich die Submedia (*SM*) des Vorderflügels (*V*) auf die Subcosta (*SC*) des Hinterflügels (*H*) (Fig. U, S. 45). Ein Abgleiten wird durch die an die Funktion des Haftfeldes angepaßten, starken, unsymmetrischen und gut befestigten Schuppen vermieden, welche besonders in der basalen Hälfte des Flügels zahlreich vorhanden sind, wo die Muskelwirkung mehr zur Geltung kommt als in den äußern Teilen. Werden jene fein und glatt oder fehlen sie nahezu vollständig, wie in der Umgebung der Duftorgane, so können sie dieser Funktion nicht mehr völlig gerecht werden. Die größere Fläche, welche das Haftfeld beim Vorhandensein eines Duftorgans umfaßt, bedeutet bis zu einem gewissen Grade einen Ersatz insofern, als ein Abgleiten weniger leicht erfolgt als bei einer schmalen. Bei den Neotropidenmännchen wird jedoch die Funktion der Haftfeldschuppen von den Borsten übernommen, welche sich durch gute Befestigung, schräg nach vorn gerichtete Stellung und unebene Oberfläche der Büschel dazu besonders eignen. Der Verband der Flügel kommt in der Weise zustande, daß die Borsten in kleine Vertiefungen der Vorderflügelmembran zu liegen kommen, welche vermutlich als Eindrücke der Borsten in der noch weichen Chitinmembran entstanden, als die frisch geschlüpften Tiere die Flügel zum Erhärten des Chitins ausgebreitet hatten. Die Haftwirkung ist jedoch, wenn sie ein gewisses Maß überschreitet, bei der Entfaltung des Duftorgans von Nachteil, weil sie das Verschieben der Flügel gegeneinander erschwert. Darauf scheint der Umstand zurückzuführen zu sein, daß die Schuppen des Vorderflügelhaftfeldes an der dem Borstenbüschel entsprechenden Stelle häufig (*Tithorea*, *Eutresis*, *Melinaea*) ganz oder teilweise fehlen, besonders wenn es in der Nähe des Grundes liegt, wo die starke Haftwirkung bei der Entfaltung des Organs leicht hinderlich wird, da die Haftflächen an der Basis des Flügels nicht so weit voneinander entfernt werden können wie in den äußern Teilen desselben.

Die Dufteinrichtungen der Neotropiden lassen sich denjenigen einordnen, welche Haase (1888) als „zusammenwirkende", in folgender Weise kennzeichnet:

„Aus einer besonderen Ausbildung und Vermehrung und engerer Gruppierung der Schuppen auf den sich im Fluge deckenden und zugleich übereinander reibenden Scheibenflächen an der Unterseite der Vorder- und der Oberseite der Hinterflügel entstehen komplizierte Dufteinrichtungen, die ich als „zusammenwirkende" bezeichne. In nur wenigen einfacheren Fällen lassen sich Duftschuppenfelder auf den beiden erwähnten Flügelflächen nachweisen, wie z. B. bei *Euploea phaenareta* (Schall.), und ebenso selten treten diese Schuppen auf den Hinterflügeln zurück, wie bei der Nymphalidengattung *Ergolis* und bei *Euploea subg. Crastia.* Viel häufiger verkümmern dieselben vielmehr auf der Unterseite der Vorderflügel und gehen allmählich in die weniger charakteristischen Schuppen eines einfachen Reibfeldes über, bis sie endlich bei besonders stark entwickelten, vor allem bei in besondere Näpfe eingesenkten Duftschuppenmassen der Hinterflügel ganz verschwinden und ein durchaus schuppenloses, spiegelglattes Gleitfeld entsteht. Zwischen die aufeinander wirkenden Duftschuppenfelder schieben sich oft noch besondere, meist auf der Oberseite der Hinterflügel gelegene Strahlhaarbüschel oder auf der Unterseite der Vorderflügel entspringende Haarmähnen ein und erhöhen die Verflüchtigungsgeschwindigkeit des Riechstoffes."

IX. Zur Phylogenie des Duftorgans.

Fritz Müller (1877) hat darauf hingewiesen, daß Duftflecke und Borstenbüschel unmöglich dem Urschmetterling zukommen konnten, weil sie bei entfernter stehenden Gruppen auf allen Teilen des Flügels, sowohl auf Ober- wie Unterseite, vorkommen, wodurch man zur Annahme gezwungen wäre, daß die ganze Flügelbeschuppung beim Urschmetterling aus Duftschuppen bestand, was durch das übereinstimmende Verhalten der Lepidopterenbeschuppung ausgeschlossen ist. „Was also in den entferntest stehenden Gruppen der Tagfalter diese Flecken und Haarbüsche Gemeinsames haben werden, wird, da es sich kaum auf gemeinsamen Ursprung zurückführen läßt, als Anpassung an die gleiche Verrichtung aufzufassen sein." Die Ausrüstung der Männchen mit eigentümlichen Schuppenflecken und Haarbüscheln hat sich erst später und unabhängig in den einzelnen Gruppen gebildet. Im Folgenden soll ein Versuch unternommen

werden, die Phylogenie des Duftorgans und die Veränderungen, die dieses auf den Flügeln hervorgebracht hat, in einer jener Gruppen, bei den Neotropiden, festzustellen.

a) Beschuppung.

1. Duftfeld.

Das Duftfeld, der wichtigste Teil des Duftorgans, muß sich naturgemäß zuerst gebildet haben durch Differenzierung aus den durch die ganze Familie beim Weibchen und auch beim *Tithorea*-Männchen gleichartigen und deshalb ursprünglichen Schuppen des Haftfeldes, was sich sowohl in gemeinsamen Merkmalen mit den Duftschuppen wie übereinstimmende Form (*Pteronymia tigranes*) kundgibt als auch in den wenigen Übergängen der ursprünglichen Haftfeldschuppen zu den Duftschuppen, soweit jene erhalten geblieben sind (*Tithorea*), die uns die verschiedenen Stufen der Umwandlung noch zeigen. Die niederste Organisationsstufe, bei welcher das Duftorgan nur aus einem Duftfleck besteht, ist in dieser Familie nicht mehr vorhanden, vielmehr gehört zu jedem Duftfleck ein Borstenbüschel.

2. Bortenbüschel.

Über die Entstehungsweise des Borstenbüschels sind keine Anhaltspunkte vorhanden, da keinerlei Übergänge zu den benachbarten Schuppen auftreten; seine Entwicklung scheint also überall abgeschlossen. Kürzere Borsten haben diese Eigenschaft lediglich deshalb, weil sie dem Außenrand näher stehen als die andern und nicht über die äußere Grenze des Duftfeldes hinauszuragen brauchen. Wie aus dem Verhalten von *Tithorea* hervorgeht, scheint die Bildung der Borsten schon vor sich gegangen zu sein, ehe die Umbildung der Haftfeldschuppen erfolgte.

3. Haftfeldschuppen.

Da die Borsten die wesentliche Funktion der Haftfeldschuppen übernahmen, können diese sich der Funktion des Duftorgans um so mehr anpassen, und daraus, daß diese Entwicklung noch nicht überall in gleichem Maße vorgeschritten ist, haben wir geschlossen, daß sie vom Rande des Duftfeldes ausgeht, wobei sie auch die Übergangsformen zur ursprünglichen Schuppenform des Haftfeldes verändert und immer weitere Kreise desselben in ihr Bereich zieht, bis es sich

schließlich vollständig aus langen, spitzen und feinen Schuppen zusammensetzt. Ebenso haben wir feststellen können, daß derselbe Umwandlungsprozeß im Haftfeld des Vorderflügels von der Stelle ausgeht, welche auf den Rand des Duftfeldes zu liegen kommt, und sich von hier aus in gleicher Weise wie auf dem Hinterflügel über das Haftfeld ausbreitet.

b) Geäder.

Das verschiedenartige Verhalten des Geäders im Hinterflügel läßt sich in folgender Weise erklären:

Ursprünglich haben die Neotropiden dieselbe breite Form des Hinterflügels besessen, wie sie bei *Tithorea*-Männchen und -Weibchen noch zum Ausdruck kommt. Als sich die mimetischen Schutzringe bildeten, an denen diese Familie fast durchweg beteiligt ist, trat nicht nur Übereinstimmung in Färbung und Zeichnung auf, sondern es bildeten sich Gruppen mit übereinstimmendem Flügelschnitt. Dabei erfuhr der Hinterflügel beinahe überall eine Verschmälerung, eine Änderung, die sich naturgemäß auch im Verlauf des Geäders äußern mußte. Sie konnte in der Weise erfolgen, daß alle Teile desselben proportional zusammenrückten, oder aber indem nur einzelne Flügelabschnitte von der Reduktion bzw. Verschiebung betroffen wurden. Der letzte Fall ist hier eingetreten. Sie bewirkte fast durchweg eine Verminderung des Abstandes der Medianader und der Subcosta. Erstere blieb samt ihren Ästen konstant, dagegen erfuhren die Discoidaladern in ihrer Gesamtausdehnung eine Reduktion, wobei die einzelnen Glieder je nach der Gattung in verschiedener Weise betroffen wurden, und ebenso erfuhr auch der Abstand von Subcosta und Costa in vielen Fällen eine Verminderung (vgl. S. 19, Satz 2). Dieser Prozeß hätte sich beim Männchen in derselben Weise abgespielt wie beim Weibchen, wenn das Duftorgan nicht vorhanden gewesen wäre. Sexualzüchtung wirkte der Naturzüchtung entgegen, indem sie das Duftorgan auf der Höhe seiner Funktion hielt, ja es unter Umständen vervollkommnete. Deshalb blieb beim Männchen die Flügelfläche, welche das Duftfeld trägt, erhalten oder erfuhr nur eine beschränkte Reduktion in Fällen, wo beim Weibchen eine Rückbildung der betreffenden Flügelfläche erfolgte (vgl. S. 19, Satz 2). Dann blieb aber auch um die Duftfelder ein breiter Rand erhalten, welcher vom Vorderflügel überdeckt, das Organ gegen die Luft abschloß und gegen unnötigen Verbrauch des Secrets schützte (vgl. S. 20, Satz 3 u. 4). Die nächst

dem Duftorgan gelegenen Teile waren also durch die Gegenwirkung der Sexualzüchtung vor der durch die Artzüchtung erstrebten Rückbildung geschützt. Sollte jene eine Verschmälerung der Flügelfläche herbeiführen, so mußte sie die weiter nach hinten gelegenen Discoidaladern verkürzen. Da aber der vordere Teil des Hinterflügels mit dem Duftorgan weiter unter den Vorderflügel geschoben ist als beim Weibchen, für die Mimikry aber nur der Gesamtflügelschnitt während des Fluges in Betracht kommt, hat die Reduktion im hintern Teil des Flügels beim Männchen nicht den Grad erreicht wie im vordern beim Weibchen (vgl. S. 20, Satz 6 u. 7).

Unabhängig von diesen Prozessen vollzieht sich noch ein dritter; er äußert sich durch die ganze Familie in dem Bestreben des Geäders, die Duftfelder möglichst eng und von allen Seiten zu umschließen (vgl. S. 19, Satz 2, Ausnahme), so daß alle Teile desselben, da die Adern die Träger der Tracheen und Blutbahnen sind, eine reichliche Nahrungszufuhr erfahren können, wodurch das Organ bei einer möglichst geringen Ausdehnung eine möglichst große Funktionsfähigkeit erreichen kann. Dieser Prozeß vollzieht sich um so leichter, als er dadurch, daß er eine Annäherung der Adern basal sowie distal vom Duftfleck bewirkt, das Bestreben der Artzüchtung, den Hinterflügel schmäler zu gestalten, bis zu einem gewissen Grad unterstützt.

c) Veränderungen der Flügelfläche.

Wenn die Haftfeldschuppen in der Richtung gezüchtet werden, daß sie den Abschluß des Duftorgans immer vollkommener gestalten, indem ihr Bau feiner und ihre Form lang und spitz wird, so wird ihre Entwicklung stillstehen, sobald sie an einer Stelle für diese Funktion nicht mehr in Betracht kommen. Wenn also ein Teil des Flügels, welcher aus Haftfeldschuppen besteht, in oder über eine in Bildung begriffene Vertiefung zu liegen kommt, wird sie sich überhaupt nicht mehr oder nicht mehr so schnell in der Richtung wie die andern Haftfeldschuppen verändern. Durch Vergleich der Schuppenform wäre man dann in der Lage, das Alter der Vertiefungen relativ festzustellen. Allein dem steht Folgendes entgegen:

1. Die Schuppen der Vertiefungen bestehen fast durchweg aus Duftschuppen, welche immer bis zum Rand der Ausbuchtung, oft sogar über diesen hinweg stehen, und gehen durch vereinzelte Übergangsformen fast unvermittelt in die feinen Haftfeldschuppen über.

2. Selbst wenn außer Duftschuppen noch andere in der Ver-

tiefung stehen, sind es nur wenige, und diese sind gewöhnlich nadelförmig; allein der Schluß, den man daraus ziehen wollte, daß die Vertiefung relativ spät entstanden sei, ist unrichtig, weil die Umwandlung gerade am Rande des Duftfeldes zuerst erfolgt und ihr Ende so früh erreicht, daß wir in der Umgebung des Duftfeldes schon feine, haarförmige Schuppen haben, während diejenigen an den Rändern des Haftfeldes noch Spuren der ursprünglichen Schuppenform erkennen lassen. Selbst wenn also der Unterschied der Haftfeldschuppen in der Vertiefung und der angrenzenden Zone gering ist, kann die Vertiefung schon früh entstanden sein.

3. Für die Haftfeldschuppen, welche über der Vertiefung liegen, ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, daß sie sich noch in derselben Richtung wie die andern Haftfeldschuppen entwickeln; ihr Entwicklungsgang ist vielleicht nur langsamer als der der übrigen, so daß wir nur anzugeben vermögen, daß die Vertiefung in Entstehung begriffen war, bevor die über ihr befindliche Schuppenform erreicht war.

4. Außerdem ist die Haftwirkung des Borstenbüschels auch nicht ohne Einfluß auf die Gestaltung jener Schuppen, was aus dem Verhalten der Vorderflügelschuppen über dem basalen Duftfeld von *Tithorea* hervorgeht (vgl. S. 42 u. 48); die Verhältnisse werden also so kompliziert, daß sich sichere Schlüsse nicht ziehen lassen. Immerhin zeigt *Tithorea*, daß Vertiefungen schon entstehen können, ehe eine Umbildung der Haftfeldschuppen in spitze, nadelförmige begonnen hat.

Die Neotropiden bieten dem Systematiker vielfach Schwierigkeiten wegen der geringen Zahl ihrer Unterscheidungsmerkmale; sie werden auf Grund des Geäders des Hinterflügels in ein System gebracht, welches wegen seines Geschlechtsdimorphismus, der nicht überall in gleicher Weise auftritt, noch die besten Merkmale bietet. Da dieser, wie oben gezeigt wurde, mit dem Duftorgan in Zusammenhang steht, dürfte gerade die Beschaffenheit desselben für die Aufstellung des Systems eine Ergänzung bilden, und besonders dort, wo das Geäder eine Zwischenstellung zwischen 2 Gattungen einnimmt, kann die Zahl der Duftorgane, die Beschaffenheit der Flügelfläche und die Form der Duftschuppen über die Stellung im System den Ausschlag geben. So folgt aus der Beschaffenheit des Duftorgans, daß *Mechanitis*, *Scada* und *Heteroscada*, welche ganz verschiedene Flügelfärbung und Größe aufweisen, im System zusammenzustellen sind. Auch die von Haensch (1903) vollzogene Trennung

der *Miraleria cymothoe* von der Gattung *Ithomia* auf Grund abweichenden Geäders läßt sich durch das Verhalten des Duftorgans rechtfertigen. Ebenso folgt aus dem mit den Ithomien übereinstimmenden Duftorgan der frühern *Dircenna abendrothi*, daß sie zu jener Gattung gestellt werden muß.

Literaturverzeichnis.

Bates, Henry Walter, Contributions to an Insect fauna of the Amazon valley. Lepidoptera; Heliconida, in: Trans. Linn. Soc. London, Vol. 23.

Müller, Fritz, Ueber Haarpinsel, Filzflecken und ähnliche Gebilde auf den Flügeln männlicher Schmetterlinge, in: Jena. Ztschr. Naturw., Vol. 11, 1877.

—, Beobachtungen an brasilianischen Schmetterlingen, in: Kosmos, Vol. 1, 1877.

–, Ithuno und Thyridia, ibid., Vol. 5, 1881.

Weismann, A., Ueber Duftschuppen, in: Zool. Anz., Jg. 1879.

Schneider, R., Die Schuppen aus den verschiedenen Flügel- und Körperteilen der Lepidopteren, in: Ztschr. Naturw., Vol. 51, 1878.

Aurivillius, Christopher, Ueber sekundäre Geschlechtscharaktere nordischer Falter, in: Bihang Svenska Vet. Akad. Handl., Vol. 5, 1880.

Haase, Erich, Duftapparate indoaustralischer Schmetterlinge, in: Korresp.-Bl. entomol. Ver. Iris. Dresden, No. 3, 1886; No. 4, 1887; No. 5, 1888.

Staudinger, O. u. E. Schatz, Exotische Schmetterlinge, 1892.

Haase, Erich, Untersuchungen über die Mimicry auf Grundlage eines natürlichen Systems der Papilioniden, Stuttgart, 1893.

Spuler, Arnold, Beitrag zur Kenntnis des feinern Baues und der Phylogenie der Flügelbedeckung der Schmetterlinge, in: Zool. Jahrb., Vol. 8, Syst., 1895.

Köhler, Franz, Die Duftschuppen der Gattung Lycaena auf ihre Phylogenie untersucht, ibid., Vol. 13, Syst., 1900.

Poulton, Essays on evolution 1889—1907, Oxford 1908.

Illig, Karl Gottwalt, Duftorgane der männlichen Schmetterlinge, in: Zoologica, Vol. 15, 1902 (s. hier ausführl. Literaturverzeichnis über Dufteinrichtungen männl. Schmetterlinge).

Haensch, Rich., Die Ithomiinen (Neotropiden) meiner Ecuador-Reise, in: Berlin. entomol. Ztschr., Vol. 48, 1903.

Weismann, A., Vorträge über Descendenz-Theorie, Jena 1904.

Freiling, H., Duftorgane der weiblichen Schmetterlinge nebst Beitrag zur Kenntnis der Sinnesorgane auf dem Schmetterlingsflügel und Duftpinsel von Danais und Euploea, in: Z. wiss. Zool., Vol. 92, 1908.

Erklärung der Abbildungen.

D Duftschuppen
KD keulenförmige Duftschuppe
ÜbS Übergangsschuppe
H Schuppen des Haftfeldes
B Borste
C Costalader
SC Subcostalader
st Stiel der Schuppe

Tafel 1.

Fig. 1. Duftfeld von *Mechanitis lycidice.*
Fig. 2. Duftfeld von *Ithomia abendrothi.*
Fig. 3. Basales Duftfeld von *Hymenitis gonussa var. zygia.*

Tafel 2.

Fig. 4. Duftfelder von *Hypoleria rhene.* a basales, b äußeres Feld.
Fig. 5. Duftfelder von *Heterosais nephele.* a basales, b äußeres Feld.

Tafel 3.

Duftschuppen von:

Fig. 6. *Tithorea cuparina var. melanina,* a des basalen Duftfeldes, b des äußern Feldes.
Fig. 7. *Melinaea egina,* a des basalen, b des äußern Duftfeldes.
Fig. 8. *Methona themisto.*
Fig. 9. *Thyridia psidii.*
Fig. 10. *Ithomia abendrothi.*
Fig. 11. *Pseudoscada timna.*
Fig. 12. *Miraleria cymothoe,* a des basalen, b des äußern Duftfeldes.

Fig. 13. *Dircenna klugii*, a des basalen, b des äußern Duftfeldes.

Fig. 14. *Mechanitis lycidice*, a flache Schuppen, zwischen Costa und Subcosta, b keulenförmige auf Costa und Subcosta.

Fig. 15. *Pteronymia tigranes*, a Schuppe aus dem basalen Teil der Rinne, b aus dem äußern.

Tafel 4.

Fig. 16. *Ceratinia statilla*, a Schuppe aus dem basalen Teil der Falte, b aus dem äußern.

Fig. 17. *Ceratinia cantobrica*.

Fig. 18. *Napeogenes pharo*, a vom basalen Teil der Falte, b vom äußern.

Fig. 19. *Hypoleria rhene*, a des basalen Feldes, b des äußern.

Fig. 20. *Heterosais nephele*, a des basalen Duftfeldes, b des äußern.

Fig. 21. *Hymenitis gonussa var. zygia*, a des basalen, b des äußern Duftfeldes.

Berichtigung.

S. 34, Z. 16 v. u. lies: Taf. 3 statt Taf. 7.

Fig. 1.

Hirt fez.

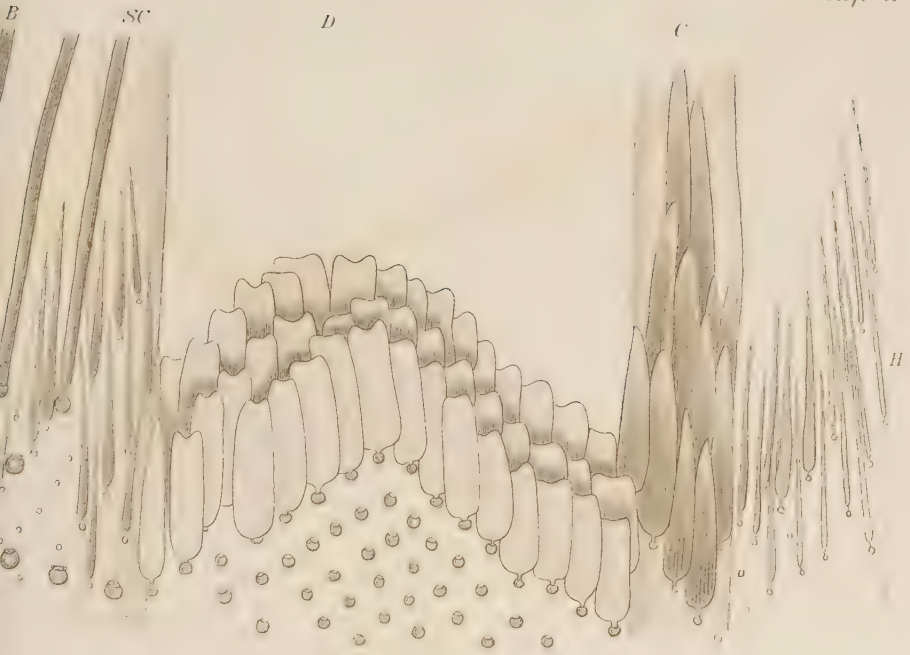


Fig. 2.

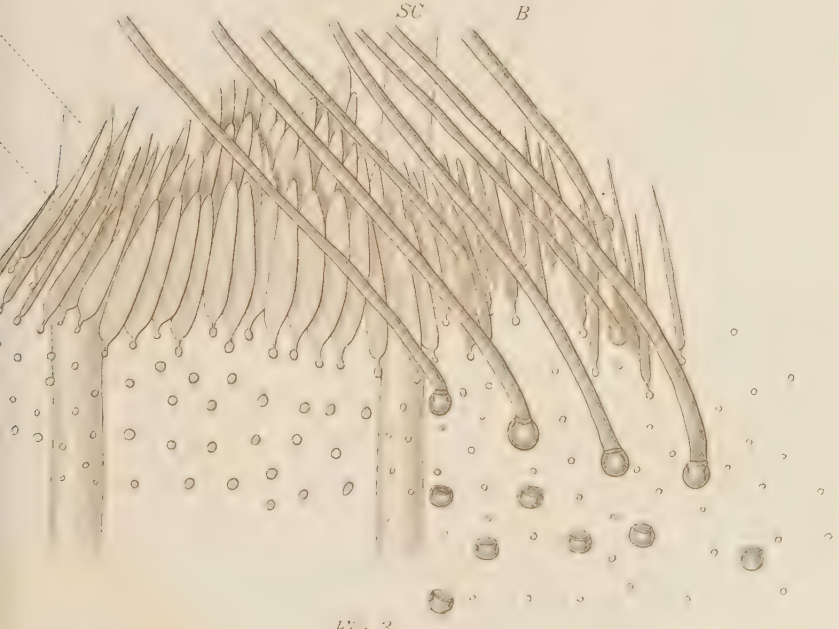


Fig. 3.

Lith. Anst. v. K. Wesser, Jena

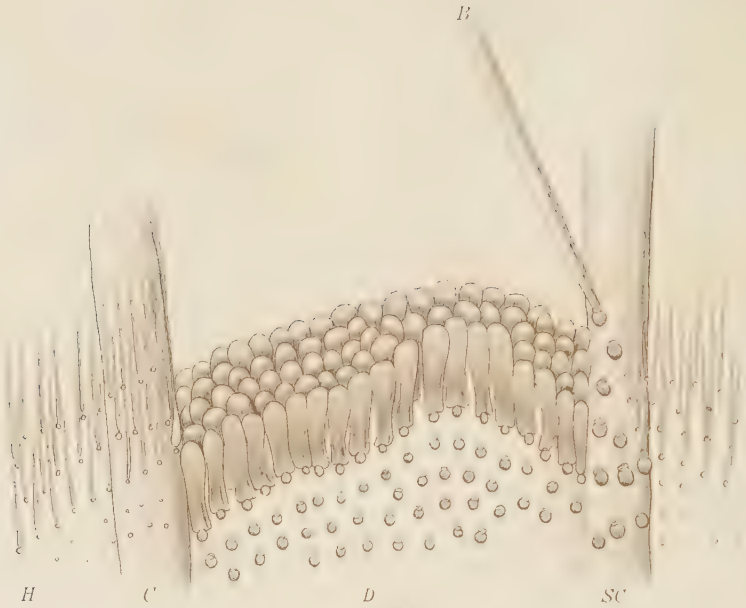


Fig. 4a.

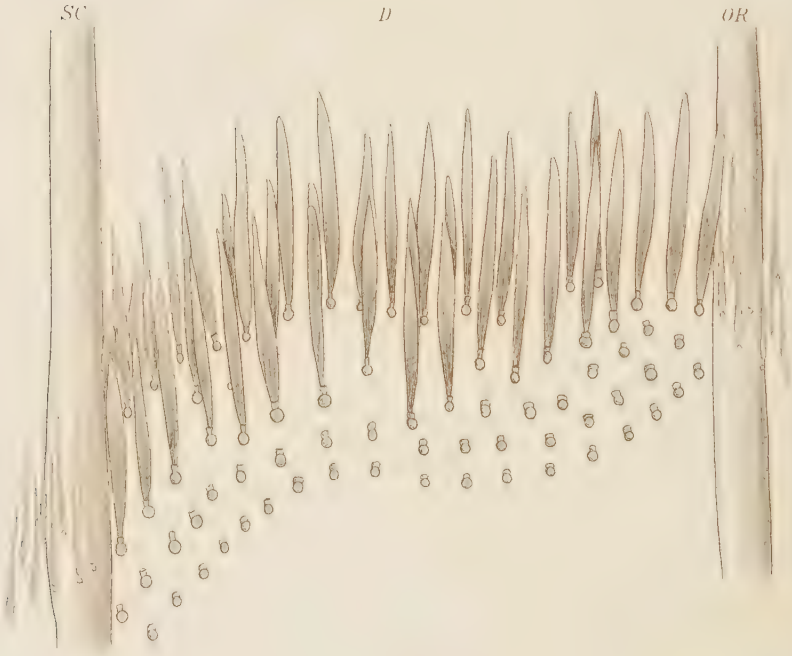


Fig. 4b.

Hirt gez.

Verlag v. G

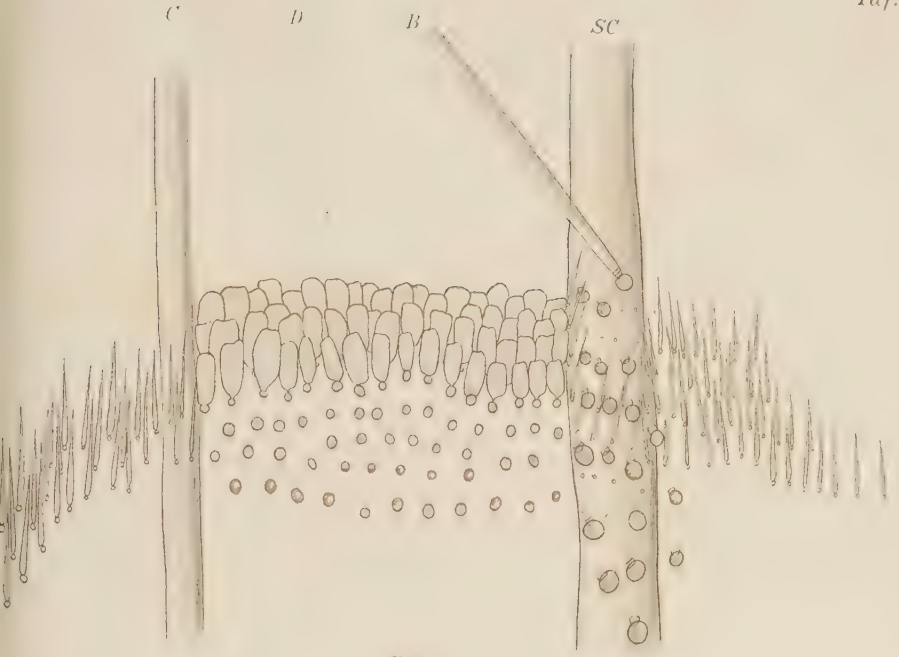


Fig. 5a.

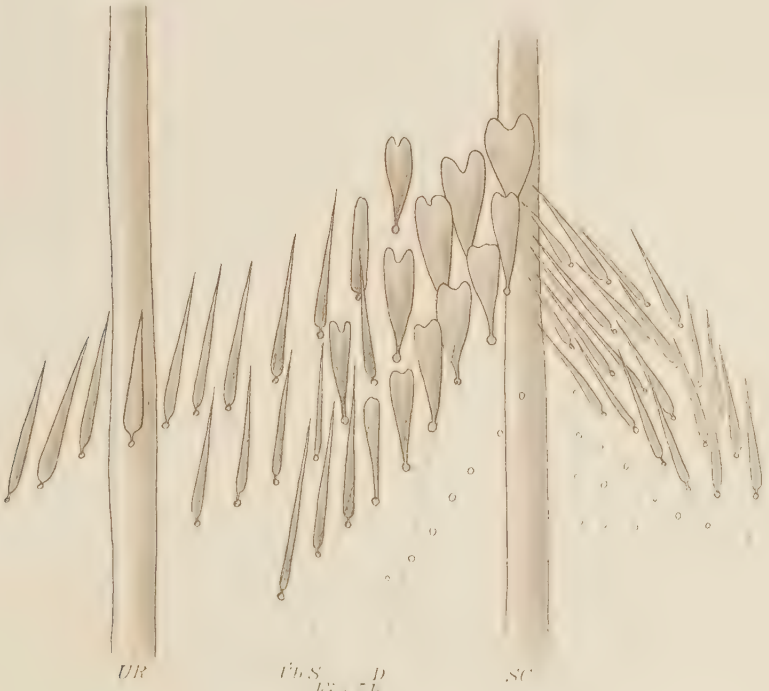


Fig. 5b

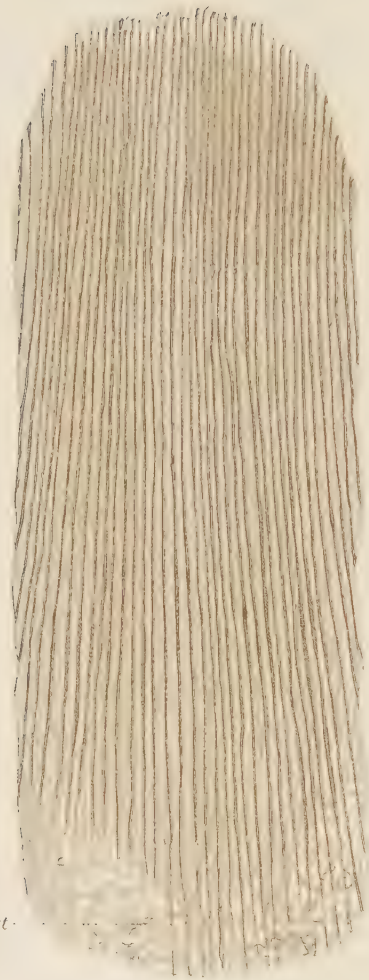


Fig. 6a.

Fig. 6b.

Fig. 8.

Fig. 9.

Fig. 7a.

Fig. 7b.

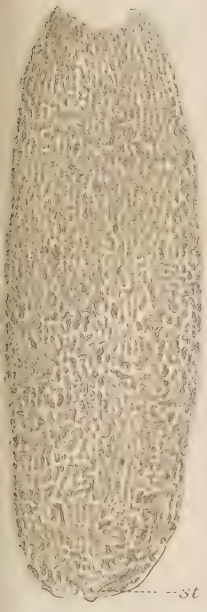


Fig. 10.

Fig. 11.

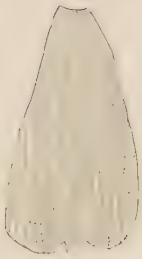


Fig. 12b.

Fig. 12a.

Fig. 13a.

Fig. 13b.

Fig. 14a.

Fig. 14b.

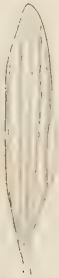


Fig. 15a.

Fig. 15b.

Lith.Anst.v.K.Wesser,Jena

Fig. 16a.

Fig. 16b.

Fig. 17.

Fig. 18a.

Fig. 18b.

Fig. 19a.

Fig. 19b.

Fig. 20a.

Fig. 20b.

Fig. 21a.

Fig. 21b.

Hirt gez.

Verlag von Gustav Fischer in Jena.

Lith. Anst. v. K. Wesser, Jena.

Lippert & Co. (G. Pätz'sche Buchdr.), Naumburg a. S.